

ROLNICTWO XXI WIEKU

PROBLEMY I WYZWANIA

 2017 

Pod redakcją Dety Łuczyckiej



ISBN 978-83-945311-2-6

Współczesne rolnictwo i jego produkcyjne otoczenie, wymagają nowoczesnych, efektywnych rozwiązań technicznych i technologicznych, na miarę XXI wieku. Postęp w tej dziedzinie opiera się na wiedzy będącej wynikiem szeroko zakrojonych, interdyscyplinarnych prac badawczo-rozwojowych. Integrują one najnowsze osiągnięcia agronomii, agrofizyki, inżynierii rolniczej, hodowli zwierząt, ogrodnictwa, ochrony środowiska z badaniami z zakresu mechatroniki i informatyki, jednocześnie biorąc pod uwagę problematykę pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych oraz gospodarki odpadami.

Publikacja stanowi wkład w upowszechnienie najnowszych osiągnięć badawczo - rozwojowych adresowanych do sektora rolno-spożywczego i bioenergetycznego oraz przyczynia się do ich rozwoju.

Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania

2017

Pod redakcją Dety Łuczyckiej

Idea Knowledge Future

Wrocław 2017

Przewodnicząca Komitetu Redakcyjnego

dr hab. inż. Deta Łuczycka prof. nadzw.

Recenzenci:

prof. dr hab. Katarzyna Adamczewska- Sowińska; dr hab. inż. Maciej Adamski, prof. UP; dr hab. Magdalena Błaszak; dr inż. Maciej Dobrowolski; dr hab. Renata Gamrat; dr hab. inż. Ewa Gornowicz; dr hab. inż. Robert Idziak; dr hab. inż. Elżbieta Jamroz; dr hab. Eryk Kosiński; prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki; dr hab. Jerzy Kopiński; dr hab. Pola Kuleczka; PhD ing. Jana Konopkova; dr inż. Mirosław Lisowski, dr hab. inż. Krzysztof Matkowski, prof. UP; dr hab. Ewa Matyjaszczyk; dr hab. Anna Podleśna; prof. dr hab. Urszula Prośba-Białczyk; dr hab. inż. Krzysztof Pieczarka; prof. dr hab. inż. Edward Pawlina; dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. IO; dr inż. Tomasz R. Sekutowski; dr hab. Grzegorz Szewczyk; dr hab. inż. Tomasz Tarko; dr hab. inż. Jadwiga Topczewska; dr hab. Anna Tratwał; dr hab. inż. Aleksandra Wilczyńska

Opracowanie materiałów

mgr inż. Tobiasz Wysoczański

mgr inż. Mateusz Kierdal

Redakcja

dr inż. Katarzyna Pentoś

Projekt okładki

Grafika Komputerowa NEGATON

Łukasz Sciubis

ISBN 978-83-945311-2-6

Wydawca : Idea Knowledge Future

Spis treści

Produkcja roślinna	7
Wpływ biowęgla na plonowanie i jakość ogórka szklarniowego <i>Piotr Chohura⁽¹⁾, Cecylia Uklańska-Pusz⁽¹⁾, Agnieszka Medyńska-Juraszek⁽²⁾, Irminda Ćwieląg-Piasecka⁽²⁾, Wojciech Pusz⁽³⁾</i>	8
The impact of fertilization on potato yield <i>Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Izabela Gołęb-Bogacz⁽¹⁾, Martin Kałuża⁽¹⁾</i>	17
The impact of foliar fertilization on potato yield <i>Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Marek Mosiniak⁽¹⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marta Jurga⁽¹⁾</i>	26
Ocena wybranych właściwości mechanicznych owoców żurawiny wielkoowocowej <i>Józef Gorzelany⁽¹⁾, Dagmara Migut⁽¹⁾, Natalia Matłok⁽¹⁾, Agnieszka Piersiak⁽¹⁾, Mirela Kotlicka⁽¹⁾, Marcin Dziura⁽¹⁾</i>	36
365 FarmNet computer program capabilities in the context of databases as the foundation of 21 st century farm management <i>Urszula Kainka⁽¹⁾, Jerzy Koronczok⁽²⁾</i>	49
Nitrogen fertilizers containing inhibitors in crop production <i>Martin Kałuża⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Izabela Gołęb⁽¹⁾, Andrea Kałuża⁽²⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾</i>	61
Past, present and future of oilseed rape cultivation <i>Martin Kałuża⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Izabela Gołęb⁽¹⁾, Andrea Kałuża⁽²⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾</i>	69
Ocena wpływu oregano (<i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>hirtum</i>) na rozwój <i>Botrytis cinerea</i> w warunkach <i>in vitro</i> i <i>in vivo</i> <i>Paweł Kiedos⁽¹⁾, Barbara Wójcik-Stopczyńska⁽¹⁾</i>	79
Ekonomiczne i gospodarcze uwarunkowania produkcji roślin bobowatych w Polsce <i>Marcin Kozak⁽¹⁾, Anna Wondolowska-Grabowska⁽¹⁾, Małgorzata Gniadzik⁽¹⁾, Marta Katarzyna Kozak⁽¹⁾</i>	88
Breeding, Seed Production and Legislative Aspects of Organic Farming in EU <i>Sylwia Lewandowska⁽¹⁾, Marcin Kozak⁽²⁾, Knut Schmidtke⁽³⁾</i>	99
Evaluation of sustainable development with respect to land use and crop production in Slovakia <i>Kristína Mandalová⁽¹⁾, Marián Kotrla⁽¹⁾, Martin Prčík⁽¹⁾</i>	108
Wpływ biopreparatów na plonowanie i jakość świeżych orzechów laskowych <i>Bogumił Markuszewski⁽¹⁾, Jan Kopytowski⁽¹⁾, Anna Bieniek⁽¹⁾, Izabela Krzemińska⁽²⁾</i>	118
Dostępność „pozostałych środków ochrony roślin” do ochrony upraw ekologicznych w Unii Europejskiej <i>Ewa Matyjaszczyk⁽¹⁾, Magdalena Szulc⁽¹⁾</i>	126
Skuteczność działania preparatu EmFarma Plus i <i>Coniothyrium minitans</i> w odniesieniu do patogena wywołującego zgniliznę twardzikową <i>Marcelina Morełowska⁽¹⁾, Michał Świątek⁽²⁾, Tomasz R. Sekutowski⁽³⁾</i>	135
Możliwość wykorzystania aparatu Nitrat 2000 do oceny zawartości azotu w glebie <i>Piotr Ochal⁽¹⁾, Tamara Jadczyżyn⁽¹⁾</i>	148
Syntetyczny wskaźnik żyzności gleb jako narzędzie do oceny stanu agrochemicznego gleb w Polsce* <i>Piotr Ochal⁽¹⁾</i>	158
The subsequent impact of the stubble catch crop on the physical properties of the soil <i>Martyna Pabich⁽¹⁾, Wiesław Wojciechowski⁽²⁾, Katarzyna Dereń⁽³⁾</i>	170

Subsequent impact of the stubble catch crop on the selected chemical properties of the soil <i>Martyna Pabich⁽¹⁾, Wiesław Wojciechowski⁽²⁾, Katarzyna Dereń⁽³⁾</i>	180
Winiarstwo i enoturystyka – nowoczesne formy rolnictwa i turystyki w Polsce <i>Mariusz Pacholak⁽¹⁾</i>	190
Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do grupowania drewna na podstawie cech elektrycznych <i>Katarzyna Pentos⁽¹⁾, Deta Łuczycka⁽¹⁾, Tobiasz Wysoczański⁽¹⁾, Konrad Ożdżyński⁽²⁾</i> 201	
Plantacyjna produkcja dendromasy do celów energetycznych – perspektywy i ograniczenia <i>Marcin Piszczyk⁽¹⁾, Anna Kożuch⁽¹⁾</i>	215
Nowe, multimedialne narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji w integrowanej ochronie roślin. <i>Anna Tratwał⁽¹⁾, Marcin Baran⁽¹⁾</i>	225
Wpływ uproszczeń w uprawie roli na wybrane cechy jakościowe kilku odmian pszenicy ozimej <i>Ryszard Weber⁽¹⁾, Andrzej Biskupski⁽¹⁾</i>	234
Influence of nitrogen fertilization on yield of sugar beet <i>Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Małgorzata Cieciura⁽¹⁾, Martin Kałuża⁽¹⁾, Izabela Gołąb-Bogacz⁽¹⁾</i>	243
Influence of fungicides sequence on the productivity of potato varieties with different level of tolerance to <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary and variety earliness <i>Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marta Jurga⁽¹⁾, Małgorzata Cieciura⁽¹⁾, Izabela Gołąb-Bogacz⁽¹⁾, Martin Kałuża⁽¹⁾</i>	252
Influence of natural and foliar fertilization with boron on yielding and technological quality of sugar beet <i>Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marcin Siejka⁽¹⁾, Małgorzata Cieciura⁽¹⁾, Martin Kałuża⁽¹⁾, Izabela Gołąb-Bogacz⁽¹⁾</i>	264
Szybka kontrola charakterystyk przyrządów pomiarowych impedancji gleby <i>Wasył Yatsuk⁽¹⁾, Mykoła Mykyjczuk⁽¹⁾, Tetjana Bubeta⁽¹⁾, Ała Guńkała⁽¹⁾</i>	273
Produkcja zwierzęca	284
Wpływ wielkości obsady kurcząt brojlerów na efekty produkcyjne oraz jakość tuszek i ich przydatność przetwórczą <i>Anna Augustyńska-Prejsnar⁽¹⁾, Małgorzata Ormian⁽¹⁾, Jadwiga Lechowska⁽¹⁾</i>	285
Wpływ fitaz i glukanaz na defosforylację śruty i makuchów rzepakowych w warunkach symulujących przewód pokarmowy drobiu <i>Łukasz Byczyński⁽¹⁾, Krzysztof Żyła⁽¹⁾, Robert Duliński⁽¹⁾, Dagmara Poniewska⁽¹⁾</i>	295
Possibility of flaxseed oil ethyl esters application in lambs fattening <i>Katarzyna Czyż⁽¹⁾, Robert Bodkowski⁽¹⁾, Tomasz Wysoczański⁽²⁾, Ewa Sokoła-Wysoczańska⁽³⁾, Bożena Patkowska-Sokoła⁽¹⁾</i> ...	306
Analiza zdolności reprodukcyjnej sześciu rodów kaczek <i>Bartosz Grajewski⁽¹⁾, Mirosław Lisowski⁽²⁾, Piotr Biel⁽³⁾</i>	315
Analiza wyników sportowych koni rasy American Quarter Horse (AQH) i American Paint Horse (APH) reprezentujących różne typy użytkowe <i>Wojciech Kruszyński⁽¹⁾, Edward Pawlina⁽¹⁾, Błażej Nowak⁽¹⁾</i>	325
Analiza wartości rzeźnej i jakości mięsa indyków <i>Artur Kryza⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽²⁾, Marian Pietrzak⁽³⁾, Lidia Lewko⁽²⁾</i>	335

Użytkowanie owiec rasy Olkuska w gospodarstwie ekologicznym na Podkarpaciu <i>Jadwiga Lechowska⁽¹⁾, Anna Augustyńska-Prejsnar⁽¹⁾, Małgorzata Ormian⁽¹⁾</i>	345
Bioróżnorodność kur nieśnych w warunkach chowu ekologicznego i konwencjonalnego <i>Lidia Lewko⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽¹⁾, Rafał Zwierzyński⁽¹⁾</i>	354
Analiza wskaźników rozrodu oraz zmian masy ciała w okresie rykowiska u jeleni szlachetnych (<i>Cervus elaphus</i>) utrzymywanych w warunkach fermowych <i>Błażej Nowak⁽¹⁾, Emilia Majewska⁽¹⁾, Wojciech Kruszyński⁽¹⁾</i>	365
Badania porównawcze nad tuczem gęsi krajowych odmian południowych <i>Rafał Zwierzyński⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽¹⁾, Lidia Lewko⁽¹⁾, Marian Pietrzak⁽²⁾</i>	376
Odnawialne źródła energii i gospodarka odpadami	387
The Possibilities for the Use of Biological Waste for the Production of Composts <i>Andrea Kałuża⁽¹⁾, Martin Kałuża⁽²⁾</i>	388
Ocena potencjalnego zagrożenia dla środowiska ze strony wybranych gospodarstw rolnych z wykorzystaniem systemu szybkiej identyfikacji <i>Jerzy Mirosław Kupiec⁽¹⁾</i>	396
Potencjał produkcyjny rzepaku do wytwarzania bioetanolu w gminie Myślibórz <i>Edyta Saran⁽¹⁾, Andrzej Łysko⁽¹⁾, Elżbieta Dusza⁽¹⁾, Elżbieta Zaborowska⁽²⁾</i>	410
Wybrane aspekty polityki państwa w obszarze partycypacji sektora rolnego w wytwarzaniu energii elektrycznej <i>Andrzej Wlazły⁽¹⁾</i>	423
Przetwórstwo surowców spożywczych	433
Plant in vitro cultures: a potential rich source of therapeutically important phenolic compounds <i>Angelika Filová⁽¹⁾, Eleonóra Krivosudská⁽¹⁾</i>	434
Porównawcza ocena stabilności przechowalniczej chleba całego i krojonego <i>Joanna Nebel⁽¹⁾, Aneta Ociecek⁽¹⁾</i>	442
Quality cheese with herbal supplements <i>Olga Priadko⁽¹⁾</i>	453
The analysis of international requirements on food safety, environmental protection, and worker health, safety and welfare <i>Nataliya Silonova⁽¹⁾, Nataliya Slobodyaniuk⁽²⁾</i>	463
Features of the implementation of Global G.A.P standard requirements in terms of agricultural production Ukraine <i>Yuliia Slyva⁽¹⁾, Larisa Bal-Prylypko⁽¹⁾, Olga Demidenko⁽²⁾</i>	472

Produkcja roślinna

Wpływ biowęgla na plonowanie i jakość ogórka szklarniowego

Piotr Chohura⁽¹⁾, Cecylia Uklańska-Pusz⁽¹⁾, Agnieszka Medyńska-Juraszek⁽²⁾, Irmina Ćwieląg-Piasecka⁽²⁾, Wojciech Pusz⁽³⁾

¹Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

²Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

³Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Piotr Chohura: piotr.chohura@upwr.edu.pl

Streszczenie

Biowęgiel (biochar) pozyskiwany jest jako produkt uboczny procesu konwersji termicznej biomasy roślinnej. Ma postać silnie rozdrobnionego porowatego materiału, który obecnie najczęściej wykorzystywany jest jako środek poprawiający właściwości gleby. W ramach przeprowadzonych badań podjęto próbę wykorzystania biowęgla jako komponentu podłoża do uprawy ogórka szklarniowego. Do uprawy wykorzystano mieszankę biowęgla z perlitem. Podłożem kontrolnym była wełna mineralna, standardowo wykorzystywana w uprawie ogórka szklarniowego. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że plonowanie ogórka na podłożu bazującym na mieszance biowęgla i perlitu było większe niż na wełnie mineralnej. Jakość owoców uprawianych na podłożu biowęglowym jest podobna do uzyskiwanych z wełny mineralnej. Zawartość składników mineralnych i azotanów w owocach z podłoża biowęglowego była mniejsza w porównaniu do pochodzących z wełny mineralnej. Podłoże biowęglowo-perlitowe można z powodzeniem wykorzystać w uprawie ogórków jako zamiennik innych podłoży mineralnych.

Słowa kluczowe: biowęgiel, podłoże, ogórek szklarniowy, plon i jakość

The effect of biochar on yield and quality of greenhouse cucumber

Summary

Biocarbon (biochar) is obtained as a by-product of the thermal conversion of plant biomass. It is a highly porous material that is currently used as a soil improvement agent. As part of the research, an attempt was made to use biocarbon as a component of a greenhouse cucumber growing medium. For cucumber growing biochar blend with perlite was used. The control medium was mineral wool, which is commonly used in greenhouse cucumber cultivation. Based on the results of the research, the biocarbon-based substrate with perlite was used to grow greenhouse cucumber. Cucumber yield was higher than on rockwool. The quality of fruit grown on a biocarbon substrate is similar to that of mineral wool. The content of mineral components in fruit from biocarbon substrate was lower compared to mineral wool. Growing greenhouse cucumber on biocarbon substrate contributed to a significant reduction of nitrate accumulation in fruit. Biocarbon/perlite substrate can be successfully used in the cultivation of cucumbers as a substitute for other mineral substrates.

Keywords: biochar, growing medium, greenhouse cucumber yielding and quality

1. Wstęp

Biowęgiel to silnie rozdrobniony porowaty materiał, powstający najczęściej jako odpad z procesu konwersji termicznej biomasy roślinnej. Jego właściwości zbliżone są do węgla drzewnego, jednak termin „biowęgiel” został wyodrębniony dla podkreślenia innego jego zastosowania, głównie jako dodatku dogłębowego (Lehman i in. 2006). Wykorzystanie biowęgla jako dodatku do gleby rozpoczęło się w chwili odkrycia w Amazonii gleby nazwanej *terra preta do Indio* – czarnej ziemi Indian, niezwykle żyznej i zasobnej w węgiel. Przeprowadzone analizy wykazały, że gleby te powstały kilkaset lub kilka tysięcy lat temu,

kiedy plemiona prekolumbijskie Indian stosowały do nawożenia gleb węgiel drzewny i inne przepalone materiały organiczne.

Wykazano, że dodatek biowęgla wpływa na poprawę niektórych właściwości fizycznych gleb (strukturę, porowatość, zdolność do retencjonowania wody i temperaturę), reguluje właściwości chemiczne gleb tj. odczyn i zasobność w składniki pokarmowe oraz ma korzystny wpływ na plonowanie roślin (Glaser i in. 2002, Lehmann i in. 2006, Laird 2008, Krull i in. 2009). Biowęgiel ma bardzo duże zdolności sorpcyjne, co zwiększa właściwości sorpcyjne gleb i może być wykorzystane do detoksykacji gleb zanieczyszczonych chemicznie. Udowodniono także pozytywny wpływ na rozwój wybranych grup mikroorganizmów glebowych i zwiększenie liczby mikoryz z roślinami uprawnymi oraz korzystny wpływ ograniczenia emisji niektórych gazów tj. N_2O , CO_2 , CH_4 z gleby do atmosfery (Verheijen i in. 2010).

Wymienione powyżej właściwości biowęgla wskazują na duży potencjał zastosowania tego materiału w produkcji ogrodniczej. Istnieje stosunkowo mało doniesień naukowych na temat zastosowania biowęgla jako podłoża. Dumroese i in. (2011) badali możliwość uprawy rozsady na podłożu torfowo-biowęglowym wymieszanym w stosunku 75:25. Tian i in. (2012) badając wzrost Kalatei (*Calathea rotundifolia* cv.) w substracie torfowo-biowęglowym (50:50) uzyskali lepsze plonowanie w porównaniu z uprawą na samym torfie i samym biowęglu. Elad i in. (2010) zaobserwowali wyższą odporność roślin szklarniowych na niektóre choroby grzybowe w przypadku gdy do podłoża dodany był biowęgiel. W uprawie szklarniowej papryki i pomidora wskazano, że dodatek do podłoża biowęgla ograniczył występowanie szarej pleśni (*Botrytis cinerea*), mączniaka prawdziwego (*Leveillula Arica*) oraz zmniejszył występowanie uszkodzeń powodowanych przez roztocza. Altland i Locke (2012) określając przyswajanie składników pokarmowych przez rośliny uprawiane na podłożach inertnych z 10% dodatkiem biowęgla wykazali zdecydowanie efektywniejsze wykorzystanie azotu, potasu i fosforu, co pozwala ograniczyć częstotliwość nawożenia tymi składnikami. Natomiast Li i in. (2016) badając zastosowanie biowęgla w uprawie osterzyny odnotowali lepszy wzrost roślin i mniejszą akumulację Cd z gleby.

W przeprowadzonych badaniach zastosowano biowęgiel z dodatkiem perlitu jako składnik podłoża ogrodniczego stosowanego w produkcji szklarniowej. W Polsce perlit wykorzystywany jest jako podłoże jednorodne lub jako dodatek do torfu wysokiego, gleby, ewentualnie biohumusu. Perlit ma bardzo małą pojemność wodną, nie dostarcza żadnych składników odżywczych dla roślin i nie zmienia pH mieszanki, której jest składnikiem.

Główną jego zaletą jest zwiększanie porowatości i rozluźnianie podłoża, co poprawia warunki wzrostu systemu korzeniowego.

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania podłoża biowęglowo-perlitowego w bezglebowej produkcji ogórków pod osłonami.

2. Material i metody

Badania przeprowadzono w warunkach szklarniowych w Dłużynie Wielkiej. Doświadczenie założono w układzie jednoczynnikowym, w 4 powtórzeniach sadząc po 10 roślin na poletku. Rozsadę wniesiono do szklarni w dniu 13 maja 2014r., a likwidacji uprawy dokonano w drugiej połowie września. Ogórka szklarniowego odmiany Eminentia F₁ uprawiano z rozsady w zagęszczeniu 2 szt·m⁻². Rośliny prowadzono na jeden pęd, stosując standardowe zabiegi pielęgnacyjne. Zawiązki do 5 węzła zostały usunięte, a pędy po osiągnięciu drutów konstrukcji przewieszono. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na sukcesywnym usuwaniu starych liści i pędów bocznych. Analizy laboratoryjne wykonano w Instytucie Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska oraz w Katedrze Ogrodnictwa, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

W owocach oznaczono zawartość suchej masy metodą suszarkowo-wagową, zawartość witaminy C metodą miareczkową (PN-90/A-75101/11), a zawartość chlorofilu, karotenoidów oraz polifenoli metodą kolorymetryczną. W powietrznie suchej masie materiału roślinnego za pomocą metody uniwersalnej wg Nowosielskiego w 2% kwasie octowym oznaczono rozpuszczalne formy makroskładników, kolorymetrycznie zawartość Mg i P, metodą fotometrii płomieniowej zawartość K i Ca, a zawartość jonów NO₃⁻ metodą potencjometryczną.

W częściach wskaźnikowych ogórka oznaczono całkowitą zawartość Ca, Mg, K, Na, P, metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES), zgodnie z procedurą badawczą PBW-11 wydanie z dnia 23.06.2010, po mineralizacji próbki w wodzie królewskiej.

Analizę wariancji wykonano dla układu jednoczynnikowe przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że podłoże ma istotny wpływ na plonowanie ogórka szklarniowego (Tabela 1). Średni plon owoców zebrany z roślin

uprawianych na podłożu biowęglowym był istotnie większy ($27,38 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) w porównaniu do plonu otrzymanego na wełnie mineralnej ($26,46 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). Istotne różnice wystąpiły przede wszystkim w przypadku owoców klasy I, natomiast dla owoców drugiej klasy ich nie udowodniono, aczkolwiek większy plon tej frakcji owoców wykształciły rośliny uprawiane na wełnie mineralnej. Bardzo ważna w przypadku warzyw szklarniowych jest wczesność plonowania, która decyduje czasami o opłacalności. W przeprowadzonych badaniach pod względem wczesności wyróżniły się rośliny rosnące na podłożu biowęglowym. Plon wczesny w tych obiektach, w początkowym okresie plonowania w czerwcu był statystycznie większy w porównaniu do wełny mineralnej. W pozostałych miesiącach dynamika plonowania roślin była podobna i nie stwierdzono istotnych różnic. Uzyskane plonowanie dla takiego okresu uprawy jest satysfakcjonujące i porównywalne z plonami uzyskanymi przez innych autorów Piróg (2004), Babik (2006, 2013).

Tabela 1. Wpływ rodzaju podłoża na plonowanie ogórka szklarniowego odmiany Eminentia F₁

Okres zbioru [miesiąc]	Biowęgiel			Wełna mineralna		
	plon ogólny [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]			Plon ogólny [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]		
	klasa I	klasa II	suma	klasa I	klasa II	suma
czerwiec	5,78	0,17	5,95a*	4,95	0,14	5,09b
lipiec	11,30	0,97	12,27a	11,23	1,14	12,37a
sierpień	5,96	1,12	7,08a	6,01	1,23	7,24a
wrzesień	1,84	0,26	2,10a	1,51	0,25	1,76a
suma	24,87a	2,51a	27,38a	23,70b	2,76a	26,46b

* wartości oznaczone tymi samymi literami w kolumnach lub wierszach nie różnią się istotnie przy $\alpha=0,05$

W czasie trwania doświadczenia pobierane były także próby owoców do przeprowadzenia analiz chemicznych dotyczących zawartości suchej masy, witaminy C, polifenoli, karotenoidów i chlorofilu oraz zawartości makroskładników tj. Mg, Ca, P i K oraz azotanów. Próby były pobierane w dwóch terminach. Na początku zbiorów z plonu wczesnego (w czasie pierwszych 3 tygodni plonowania) oraz w pełni owocowania roślin w lipcu. Wyniki analiz zestawiono w tabeli 2. Zawartość suchej masy w owocach ogórka wahała się w zakresie od 3,81 do 4,61%, i była mocno zróżnicowana w poszczególnych terminach analiz. Średnie dla rodzaju podłoża natomiast były zbliżone i wynosiły dla owoców z roślin rosnących na biowęglu - 4,16% i na wełnie mineralnej - 4,21%.

Analiza zawartości witaminy C wykazała, że owoce ogórka uprawianego na podłożu biowęglowym charakteryzowały się większą średnią zawartością tego związku w obydwu terminach analiz.

Zawartość chlorofilu nie wskazywała ukierunkowanych tendencji w poszczególnych terminach analiz ani silnego wpływu podłoża. Średnio więcej chlorofilu było w owocach roślin rosnących na biowęglu. Nie potwierdza to obserwacji Babik (2013), która wykazała na podstawie pomiaru indeksu SPAD, że ogórki uprawiane na podłożach mineralnych są bardziej wybarwione.

Rodzaj podłoża miał duży wpływ na zawartość karotenoidów, była ona istotnie większa w owocach zebranych z roślin rosnących na biowęglu. Ulegała bardzo dużym wahaniom podczas kolejnych terminów analiz. W drugim terminie analiz większą o 141%, zawartością karotenoidów charakteryzowały się owoce ogórka uprawianego na podłożu biowęglowym w porównaniu do owoców z roślin uprawianych na podłożu kontrolnym. W pierwszym terminie poboru prób zależność ta była odwrotna, a różnica wynosiła około 50%.

Zawartość polifenoli ulegała również bardzo dużym wahaniom, a różnica pomiędzy najmniejszą a największą ich ilością była ponad 4-krotna. Największe ilości odnotowano w owocach ogórka uprawianego na wełnie mineralnej w czerwcu ($4788 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ św.m.) najniższą zaś dla tego samego podłoża w lipcu – $1165 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ św.m. Jak podają Puchalski i in. (2011) w przypadku związków oksydacyjnych mogą występować bardzo duże zróżnicowania spowodowane czynnikami odmianowymi lub stopniem dojrzałości owoców.

Akumulacja składników mineralnych w jagodach ogórka przeważnie była mniejsza w owocach z roślin uprawianych na podłożu biowęglowym.

Podłoże było istotnym czynnikiem, który wpłynął na średnią zawartość azotanów w owocach ogórka. Owoce zebrane z roślin uprawianych na biowęglu zawierały ich znacznie mniej ($199,8 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ św.m.) w porównaniu do owoców zebranych z obiektów z wełną mineralną gdzie ta zawartość była prawie dwukrotnie większa i wynosiła – $377,1 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ św.m. W przypadku podłoża biowęglowego zaobserwowano bardzo duże zróżnicowanie w zawartości azotanów w poszczególnych terminach analiz, aczkolwiek zawartości te były znacznie mniejsze niż w kontroli z wełny mineralnej. Największe różnice w zawartości azotanów zanotowano w pierwszym terminie analiz. Niezależnie od terminu analiz i podłoża nagromadzenie azotanów w owocach nie przekraczało dopuszczalnych norm.

Średnia zawartość fosforu w owocach ogórka była istotnie większa gdy rośliny uprawiano na wełnie mineralnej. Podczas obydwu terminów analiz zaobserwowano taką tendencję. Potwierdzają to doniesienia Babik (2013), która również stwierdziła, że owoce

z roślin uprawianych na podłożach mineralnych zawierały więcej fosforu. Koncentracje fosforu w badaniach własnych i Babik (2013) były na podobnym poziomie.

Ogórek jest bogatym źródłem potasu. Stwierdzono, że nagromadzenie tego składnika w owocach uległo zwiększeniu w lipcu w porównaniu do pierwszego terminu analizy, niezależnie od zastosowanego podłoża. Podobnie jak w przypadku fosforu owoce uprawiane na wełnie mineralnej zawierały istotnie więcej potasu w porównaniu do podłoża biowęglowego. Odnotowane w badaniach własnych zawartości potasu w owocach są znacznie większe od informacji podawanych przez Babik (2013).

Wapń był kolejnym składnikiem gromadzonym w większych ilościach przez owoce ogórka uprawianego na wełnie mineralnej, aczkolwiek w jego przypadku różnice w zawartościach nie były tak duże jak miało to miejsce z potasem i fosforem. Owoce z roślin uprawianych na wełnie mineralnej średnio zawierały istotnie więcej wapnia w porównaniu do uprawy na biowęglu. Jedynie w lipcowym terminie analiz ogórki uprawiane na biowęglu zawierały więcej wapnia. Zawartości wapnia odnotowane w badaniach własnych były trochę mniejsze od podawanych przez Babik (2013).

Tabela 2. Wpływ rodzaju podłoża na wybrane cechy jakościowe owoców ogórka szklarniowego odmiany Eminentia F₁

Zawartość	Biowęgiel			Wełna mineralna		
	termin analizy			termin analizy		
	czerwiec	lipiec	średnia	czerwiec	lipiec	średnia
sucha masa [%]	3,87	4,45	4,16	4,61	3,81	4,21
witamina C [mg·100g ⁻¹ św.m.]	10,39	13,28	11,84	9,67	12,21	10,94
chlorofil [mg·100g ⁻¹ św.m.]	10,67	15,15	12,91	13,40	10,41	11,91
karotenoidy [mg·100g ⁻¹ św.m.]	26,21	42,93	34,57	39,44	17,80	28,62
polifenole [μg·100g ⁻¹ św.m.]	3807	2686	3246	4788	1165	2976
azotany [mg NO ₃ ⁻ ·kg ⁻¹ św.m.]	105,9	293,7	199,8	373,2	381,0	377,1
fosfor [mg·100g ⁻¹ s.m.]	605,4	559,4	582,4	632,7	784,4	708,55
potas [mg·100g ⁻¹ s.m.]	3537	4335	3936	3883	5239	4561
wapń [mg·100g ⁻¹ s.m.]	362,5	462,5	412,5	462,5	412,5	437,5
magnez [mg·100g ⁻¹ s.m.]	151,7	172,5	162,1	174,2	167,5	170,85

Wpływ podłoża na gromadzenie magnezu i tendencje zmian jego zawartości miały podobny przebieg jak w przypadku wapnia. Wprawdzie ogórki uprawiane na wełnie mineralnej zawierały więcej magnezu, ale różnice nie zostały potwierdzone statystycznie.

Podsumowując można stwierdzić, że zawartości składników mineralnych w owocach ogórka były typowe dla tego gatunku.

W ramach badań oceniono również stan odżywienia. W częściach wskaźnikowych oznaczono ogólne zawartości składników mineralnych. Rodzaj podłoża istotnie różnicował stan odżywienia roślin (tab. 3), aczkolwiek w trakcie upraw nie stwierdzono występowania niedoboru składników jak również ich nadmiaru. Zawartość azotu azotanowego w liściach roślin uprawianych na podłożu biowęglowym była znacznie większa niż w częściach wskaźnikowych roślin rosnących na wełnie mineralnej. W przypadku fosforu sytuacja była odwrotna, istotnie więcej tego składnika było w liściach roślin rosnących na wełnie mineralnej. Podobne do badań własnych zawartości azotu i fosforu odnotowali Tyson i in. (2008). Liście ogórków rosnące na podłożu biowęglowym zawierały istotnie więcej potasu w porównaniu do roślin rosnących na wełnie mineralnej. Bardzo duże zróżnicowanie stanu odżywienia wystąpiło w przypadku wapnia. Liście ogórka uprawianego na wełnie mineralnej zawierały go prawie dwa razy więcej w porównaniu do roślin uprawianych na podłożu biowęglowym. W przypadku magnezu stan odżywienia ogórków tym składnikiem nie był istotnie uzależniony od podłoża, średnie nie różniły się istotnie a zawartości tego składnika w częściach wskaźnikowych były typowe dla ogórka. Zbliżone zawartości magnezu w liściach ogórka odnotowali Dyśko i in. (2011). Prawdopodobną przyczyną mniejszej zawartości niektórych makroskładników (kationów) w liściach roślin uprawianych na podłożu biowęglowym mogła być sorpcja tych składników przez podłoże.

Tabela 3. Wpływ rodzaju podłoża na zawartość makroskładników w częściach wskaźnikowych ogórka szklarniowego odmiany Eminentia F₁ [w % s.m.]

Składnik	Biowęgiel	Wełna mineralna
N- NO ₃	2,56a	1,43b
P	0,28b	0,42a
K	2,34a	1,93b
Ca	3,32b	6,37a
Mg	0,49a	0,54a

* wartości oznaczone tymi samymi literami w wierszach nie różnią się istotnie przy $\alpha=0,05$

4. Wnioski

Wykazano przydatność podłoża będącego na mieszanką biowęgla z perlitem do uprawy ogórka szklarniowego.

Jakość owoców uprawianych na podłożu biowęglowym była podobna do uzyskiwanych z wełny mineralnej.

Zawartość składników mineralnych w owocach z podłoża biowęglowego była mniejsza w porównaniu do oznaczonej w owocach z roślin uprawianych na wełnie mineralnej.

Uprawa ogórka szklarniowego na podłożu z biowęgla przyczyniła się do znacznego ograniczenia akumulacji azotanów w owocach.

Podłoże na bazie biowęgla po zakończeniu uprawy w odróżnieniu do wełny mineralnej może być zagospodarowane przez wymieszanie z glebą na polu.

Rodzaj podłoża istotnie różnicował stan odżywienie roślin makroskładnikami.

Literatura

Altland, J.E. and J.C. Locke. 2012. Biochar affects macronutrient leaching from a soilless substrate. *HortScience* 47:1136-1140.

Babik J. 2006. Podłoża organiczne do uprawy ogórka szklarniowego, alternatywne dla wełny mineralnej. *Acta Agrophys.* 7(4): 809-820.

Babik J. 2013. The influence of the substrate and training system on the yield of greenhouse cucumber. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa*, 21: 5-13.

Dumroese, R.K., J. Heiskanen, K. Englund and A. Tervahauta. 2011. Pelleted biochar: chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries. *Biomass and Bioenergy*, 35(5):2018-2027.

Dyśko J., Kaniszewski S., Kowalczyk W. 2011. Wpływ fertygacji zalewowej na wzrost i rozwój rozsady pomidora szklarniowego uprawianego na podłożu organicznym. *NFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH., POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie*, 5/2011:157–165.

Elad, Y., David D.R., Harel Y.M., Borenshtein M., Kalifa H.B., Silber A. and Graber E.R.. 2010. Induction of systemic resistance in plants by biochar, a soil-applied carbon sequestering agent. *Phytopathology*, 100(9):913-921.

Glaser B., Lehmann J., Zech W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soils* 35:219–230.

Krull E. S., Baldock J. A., Skjemstad J. O., Smernik R. J., 2009. Characteristics of biochar: organo-chemical properties. In *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, pp. 53-64.

Laird D. A. 2008. The charcoal vision: A win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agron. J.* 100: 178–181.

Lehmann J., Gaunt J., Rondon M. 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review. *Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change* 11: 403–427.

Li Z., Qi X., Fan X., Du Z., Hu C., Zhao Z., Liu, Y., 2016. Amending the seedling bed of eggplant with biochar can further immobilize Cd in contaminated soils. *Science of The Total Environment*, 572, 626-633.

Piróg J. 2004. Wpływ podłoża i odmiany na plonowanie ogórka grubobrodawkowego uprawianego w szklarni z zastosowaniem fertygacji. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCLX*: 123-129.

Puchalski Cz., Gorzelany J., Oszmiański J., Cebak T., Kapusta I. 2011. Ocena jakości wybranych gatunków warzyw jako ważnych elementów żywności funkcjonalnej. <https://www.ur.edu.pl/.../Ocena-jakosci-wybranych-warzyw-jako-waznych-elemen...pdf>, 42s.

Tian Y., Sun X., Li S., Wang H., Wang L., Cao J., Zhang L., 2012. Biochar made from green waste as a peat substitute in growth media for *Calathea rotundifolia* cv. Fasciata. *Scientia Hort.* 143:15-18.

Tyson R. V., Simonne E. H Treadwell., D. D., Davis M., White J. M., 2008. Effect of Water pH on Yield and Nutritional Status of Greenhouse Cucumber Grown in Recirculating Hydroponics. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 31, Iss. 11: 2018-2030.

Verheijen F., Jeffery S., Bastos A.C., van der Velde M., Diafas I.. 2010 Biochar Application to Soils. A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

The impact of fertilization on potato yield

Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Izabela Gołqb-Bogacz⁽¹⁾, Martin Kaluža⁽¹⁾

¹ Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland
Małgorzata Cieciora: malgorzata.cieciora@upwr.edu.pl

Summary

Potato fertilization is an essential factor in the modern production technology as it determines the crop size, crop quality, tuber chemical composition, starch content and the shelf life, as well as shaping the production viability for that species. The compact two-level factorial field experiment involved analysing the impact of manure, litter and mineral on the yield of two varieties: Tajfun, Kuras. The yield differed significantly depending on the variety. The general crop obtained for Tajfun was by 6.9 t·ha⁻¹ larger than for Kuras. Crop size was also the outcome of the fertilization applied. Litter and manure gave better results when combined with mineral fertilization. The largest crop was obtained for Tajfun following the application of litter in combination with mineral fertilization, while for Kuras – following the application of manure in combination with mineral fertilization. The fertilization methods influenced certain aspects of crop quality – tuber size, as well as starch content.

Keywords: potato, manure, litter, crop, starch

Wpływ nawożenia na plonowanie ziemniaka

Streszczenie

Nawożenie ziemniaka stanowi jeden z najważniejszych czynników nowoczesnej technologii produkcji, gdyż determinuje wysokość plonu, jego jakość, skład chemiczny bulw, zawartość skrobi oraz trwałość przechowalniczą, a ponadto kształtuje opłacalność produkcji tego gatunku. W ścisłym doświadczeniu polowym dwuczynnikowym analizowano wpływ nawożenia obornikiem i pomiotem oraz mineralnego na plonowanie dwóch odmian – Tajfun, Kuras. Poziom plonowania był istotnie zróżnicowany w zależności od odmiany. U odmiany Tajfun uzyskano wyższy plon ogólny o 6,9 t·ha⁻¹ niż u odmiany Kuras. Na wysokość plonu wpływało także zastosowane nawożenie. Nawożenie pomiotem oraz obornikiem w połączeniu z nawożeniem mineralnym było korzystniejsze niż tylko nawożenie pomiotem lub obornikiem. U odmiany Tajfun najwyższy plon uzyskano przy zastosowaniu pomiotu w połączeniu z nawożeniem mineralnym, natomiast u odmiany Kuras najwyższy plon uzyskano przy zastosowaniu obornika w połączeniu z nawożeniem mineralnym. Sposoby nawożenia kształtowały niektóre cechy jakości plonu – wielkość bulw, a także zawartość skrobi.

Słowa kluczowe: ziemniak, obornik, pomiot, plon, skrobia

1. Introduction

Balanced supply of the required nutrients throughout the whole vegetation period is a prerequisite for obtaining considerable crops of satisfactory quality. Potato fertilization is an essential factor in the modern production technology as it determines the crop size, crop quality, tuber chemical composition, starch content and the shelf life. Furthermore, fertilization determines the viability of all directions in potato production. According to literature, to achieve a crop level of 40 t·ha⁻¹ potatoes take from the soil 300 kg of potassium, 200 kg of nitrogen, 60 kg of phosphorus, 45 kg of calcium, 25 kg of magnesium, as well as small quantities of zinc, manganese, sulphur, boron, copper and iron. The mineral and organic substance of the soil is a natural source of nutrients. Another source that supplies macro- and microelements to soil comprises natural, organic and mineral fertilizers, without which potato

crops would be very poor (Jabłoński 2006). Mineral and organic fertilization does not guarantee the accessibility of the components required to obtain considerable yield of satisfactory quality. The degree to which the potatoes utilise the mineral components and microelements from fertilizers depends on soil structure and pH, the fertilizer dose and type, the humidity conditions and the application time (Jabłoński 2004 and 2006, Knittel 2002). The dose of nitrogen, phosphorus and potassium should be established primarily based on the preceding crop, the crop productivity, the direction of use and the fertilization demand of particular varieties (Gąsiorowska et al. 2010, Jabłoński 2003 and 2009). The development of potato, just like any other plant, involves periods characterised by high demand for nutrients – critical periods. All the researchers (Trawczyński 2007, Jabłoński 2006 and 2007) studying this issue agree that the crucial critical period is the phase of intensive tuber growth and crop growth. In that period it is essential to satisfy the demand of the plants for nutrients since any deficiencies may reduce the size of crop and compromise the quality of tubers. Periodic deficits in supply of nutrients may manifest themselves in particular in varieties of a high yield potential as well as in highly productive plantations. High nutritional requirements of potato result in the need for both mineral and organic fertilization, and the fact that the plant takes up the nutrients intensively justifies the provision of nutrients both through soil treatment and through foliar feeding (Grześkiewicz and Trawczyński 1998 and 1999, Trawczyński and Kopenec 2007). Out of all these nutrients, nitrogen has the strongest yielding properties (Goliszewski 2011) and it improves the quality and shelf life (Kostiwn and Jabłoński 2013). Phosphorus accelerates the ripening of plants and it prevents diseases as well as mechanical damage to tubers, concurrently improving the shelf life. Potassium stimulates growth and helps increase the number of large tubers. An optimum potassium level results in the reduction of waste losses during storage (Jabłoński 2007). Potassium also limits the darkening of the insides after cooking, increases the vitamin C content and improves the inside texture. The most efficient and economical solution is to use multi-component fertilizers since they permit introducing NPK, and even Mg, to the soil simultaneously, thus ensuring good nutritional conditions for plants. Some multi-component fertilizers can be sown fully in autumn, while the rest must be supplemented with nitrogen. The dose should depend on the current phosphorus, potassium and magnesium content in soil. If we know the level of these nutrients in soil, we can choose a multi-component fertilizer the composition of which allows us to economise on some of them (Trawczyński 2007). The objective of the experiment was to determine the effects of natural fertilization with manure and litter in

combination with mineral fertilizers on yield and on certain qualitative characteristics of the Tajfun edible variety and the Kuras starch variety.

2. Materials and Methods

The compact field experiment regarding the effects of fertilization on potato productivity was carried out in class IIIa soil representing the good wheat soil complex, in the Silesian Lowlands. The soil was characterised by average content of such nutrients as P_2O_5 14.1 mg·100g⁻¹, K_2O 16.8 mg·100g⁻¹, MgO 6.1 mg·100g⁻¹ and its pH was 6.8.

The two-level factorial field experiment was conducted according to the randomized block design in three repetitions. It involved analysing the effects of natural fertilization with manure and chicken litter as well as the effects of the combination of manure and chicken litter with mineral NPK fertilization on the yield of two varieties: Tajfun (edible), Kuras (starch variety). In the year preceding vegetation, in the 3rd decade of October, manure and litter was applied, at a dose of 30 t·ha⁻¹ and 20 t·ha⁻¹ respectively. The manure introduced 160 N kg·ha⁻¹, 95 P kg·ha⁻¹ and 180 K kg·ha⁻¹ to the soil, while the litter contributed 300 N kg·ha⁻¹, 280 P kg·ha⁻¹ and 150 K kg·ha⁻¹. Before the planting process, mineral multi-component fertilizers were applied to introduce 63 N kg·ha⁻¹, 60 P kg·ha⁻¹ and 210 K kg·ha⁻¹. After the planting, another 45 N kg·ha⁻¹ was added. Seed potatoes of 35-55 mm in diameter were planted in the 2nd decade of March, 25 cm apart, in rows 75 cm apart. The crops were harvested in the 1st decade of October.

The weather in the year of the studies is presented in Fig. 1. To compare the level and distribution of precipitation and temperatures, the data from the study year were juxtaposed with those from the 1981-2012 time frame and with the values recommended by Dzieżyc et al. 1987. The distribution and quantity of precipitation was clearly diversified over the subsequent months of potato vegetation. In April, May and September, the precipitation was higher when compared to those in the specified time frame and to the quantities defined as required by Dzieżyc 1987, while in June and July, precipitation was deficient – much lower when compared to the prescribed values and to the values for the aforesaid time frame. In August, it was higher than the precipitation during the said time frame but it did not cover the demand specified in literature (Dzieżyc et al. 1987). May was characterised by the greatest precipitation of the whole vegetation season – 70 mm more than required, while the figures from the said time frame are similar to the requirements. The demands of potato when it comes to hydration are considerable, while the precipitation was 66.5 mm lower than defined

in the requirements and 20.4 mm lower when compared to the specified time frame. The thermal conditions did not cause any clear disruptions and they were beneficial for potato vegetation. The average temperature for April, May, June and July was below the requirements (according to Dzieżyc et al. 1987) and it was 1.4°C, 1.5°C, 3°C, 4°C respectively, while the temperatures recorded in August and in September were higher when compared to the requirements, by 1.5°C and 0.5°C respectively.

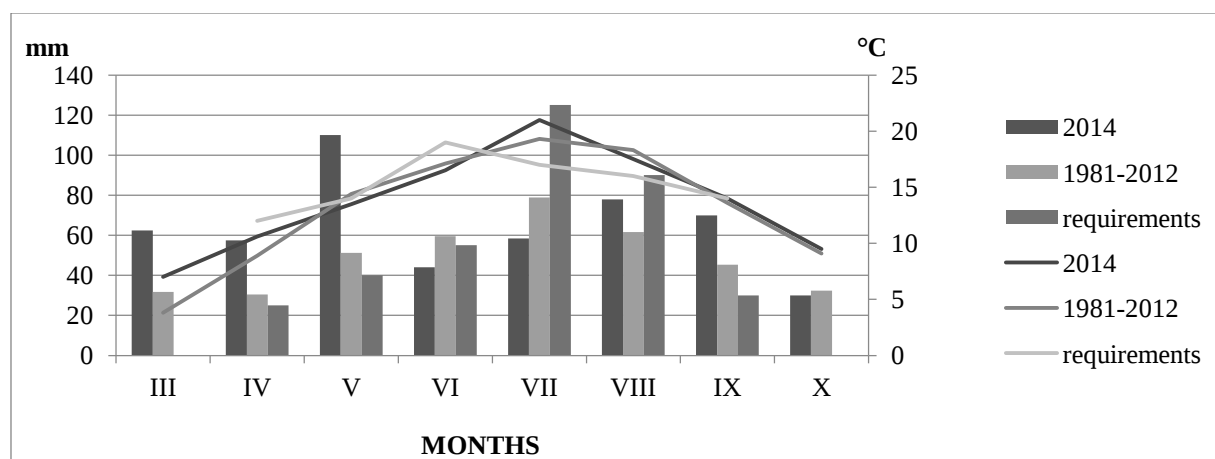


Fig. 1. Temperature and precipitation in vegetative season

The crops were harvested from all the experimental fields and samples were taken to define the crop structure and starch content. The following fractions were isolated in the crop structure depending on tuber diameter: below 30 mm, 30-40 mm, 40-50 mm, 50-60 mm, above 60 mm.

The results were developed statistically using the analysis of variance and Tukey's multiple comparison test. The significance level adopted for the comparison of the mean values was $\alpha=0.05$. Calculations were carried out in the SAS 9.1 programme.

3. Results and Discussion

The studies have proven that the requirements of the varieties as well as natural fertilization and natural fertilization in combination with mineral fertilization significantly modified potato yield (Fig. 2). The crop size of Tajfun was $6.9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ greater than that of Kuras (Fig. 2 a). Natural fertilization in combination with mineral fertilization clearly increased the crop size. Both manure and litter application resulted in crops about $8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ smaller than those arising from the combination of natural and mineral fertilization (Fig. 2 b). The studies have demonstrated an interaction between the properties of the varieties and the fertilization applied. For Tajfun, the combination of natural and mineral fertilization increased the crops by approximately $12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, while for Kuras the value was around $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Fig. 2 c). Other

researchers also confirm the beneficial effects of combining natural and mineral fertilizers on tuber yield. Chmura et al. (2004) proved that increasing the mineral fertilization level by 240-400 kg of NPK $\cdot$ ha⁻¹ led to systematic yield growth for medium-early and late varieties (by 4-5 t $\cdot$ ha⁻¹). Blecharzyk et al. (2008) achieved the largest crops for organic fertilization when combined with NPK fertilization. In their studies they showed that separate application of either manure or mineral fertilization reduced the tuber crop size by 14.6% and 22.8% respectively when compared to the joint application.

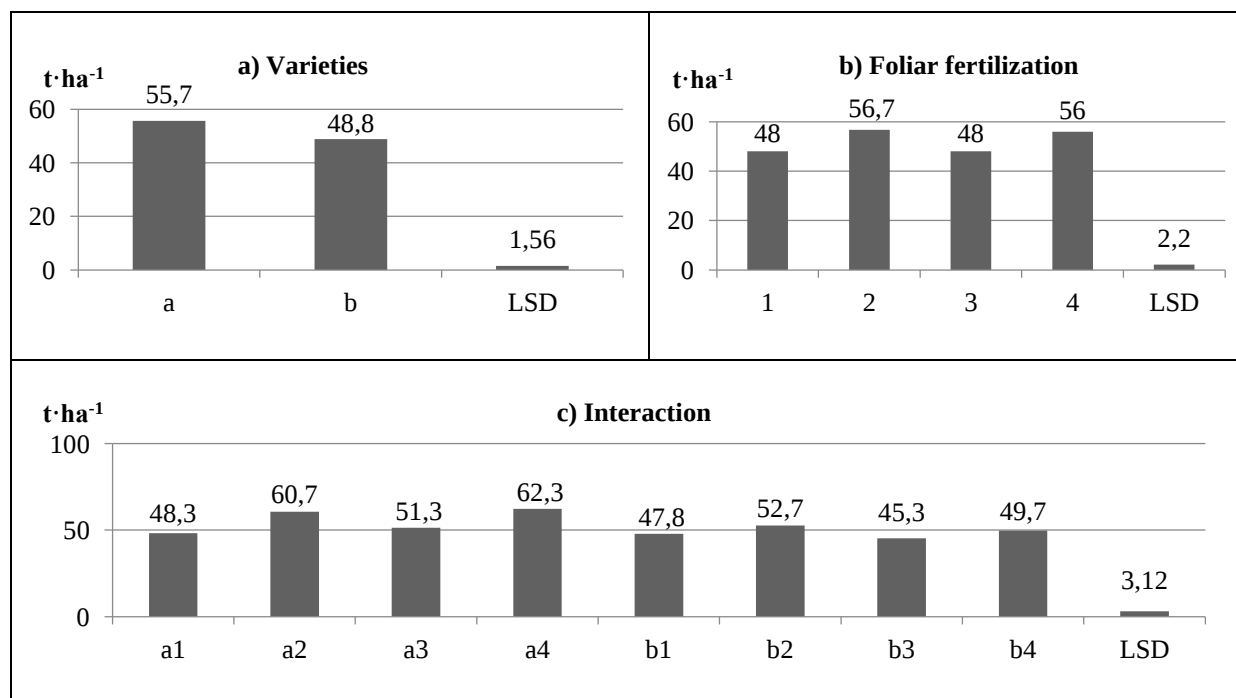


Fig. 2. The impact of foliar fertilization on total yield of tubers (a - variety Tajfun, b - variety Kuras, 1- manure, 2 - manure + mineral fertilization, 3 - litter, 4 - litter + mineral fertilization, a1 - variety Tajfun manure, a2 - variety Tajfun manure + mineral fertilization, a3 - variety Tajfun litter, a4 - variety Tajfun litter + mineral fertilization, b1 - variety Kuras manure, b2 - variety Kuras - manure + mineral fertilization, b3 - variety Kuras litter, b4 - variety Kuras litter + mineral fertilization)

The variety genotype and the applied fertilization modified the level of starch content (Fig. 3). Higher starch content characterised Kuras –3.9% over Tajfun, which confirmed that Kuras is a starch variety (Fig. 3 a). Starch content was also modified depending on the fertilization form. The highest starch content was obtained for fertilization with manure and litter only: 16.4% and 16% respectively. On the other hand, application of natural fertilizers in combination with mineral fertilizers reduced the starch content. The combination of natural and mineral fertilization caused the starch content to drop by 0.7% for manure and 0.6% for litter. In neither variety the applied natural fertilization forms led to any proven difference in starch content (Fig. 3 b). A significant interaction was observed in the studies between the varieties and the fertilization applied. For Tajfun, mineral fertilization reduced the starch

content by 0.5% on manure and 0.3% on litter, while for Kuras starch content was lower on manure by 0.7% and on litter by 1% (Fig. 3 c). The effects of mineral fertilization on starch content was already observed by other researchers. In their studies, Chmura et al. (2004) proved that exceeding the dose of 350 kg of NPK · ha⁻¹ reduced the starch content in the tubers of medium-early, medium-late and late varieties. Jabłoński (2002) and Trawczyński (2006) proved that both in high and in low nitrogen fertilization conditions, varieties representing various harvesting groups were characterised by a stabilised starch level in tubers. In its experiments conducted on new varieties from various harvesting groups, Jabłoński (2004) observed a diverse reaction to nitrogen fertilization. In some varieties, such as Danusia, Wiking, Wigry, high nitrogen doses considerably reduced starch content. They did not cause any changes in the Wawrzyn and Wolfram varieties. The impact of natural and mineral fertilization was also analysed by Wszelaczyńska et al. (2007), who observed that the starch content was considerably correlated with both of these fertilization forms.

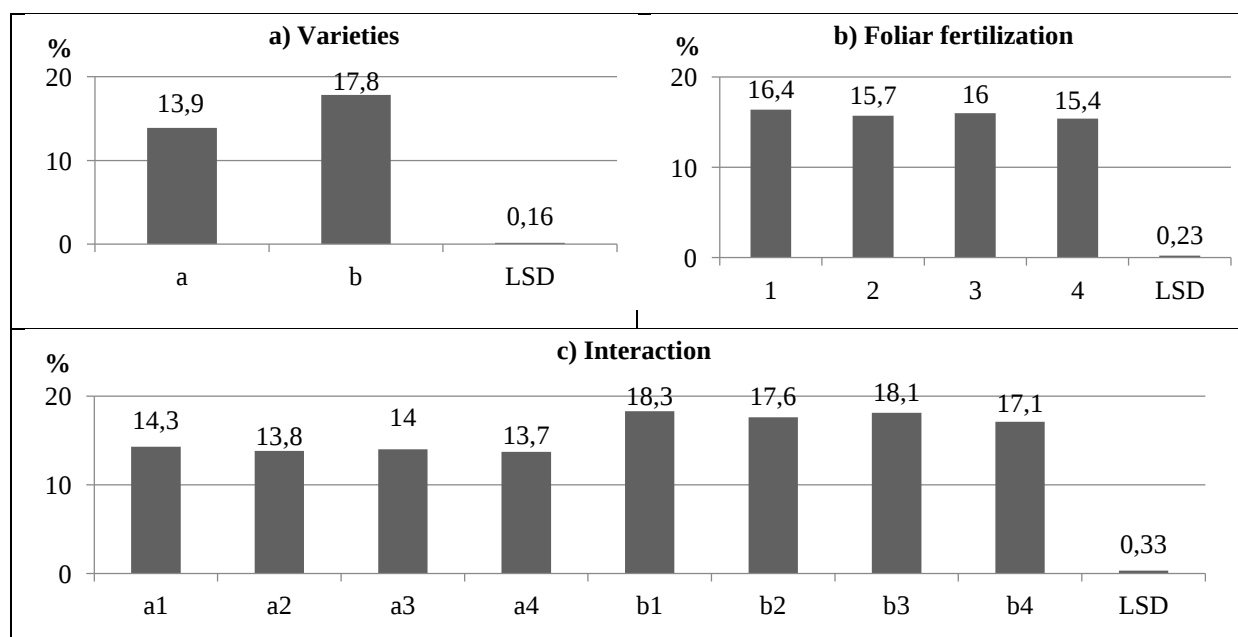


Fig. 3. The impact of foliar fertilization on starch content in potato tubers (explanations as on Figure 2)

The study also involved analysing the effects of fertilization on the size of tubers, including their percentage share in the crop, as well as the crop of the tubers representing particular fractions. The size of tubers was modified depending on the variety genotype (Fig. 4). The biggest crop of tubers larger than 60 mm in diameter was obtained for Tajfun, and it was greater by 7 t · ha⁻¹ than for Kuras. The size of tubers also depended on fertilization. Greater tuber crops were obtained for litter than for manure, by 4.9 t · ha⁻¹. Natural fertilization in combination with mineral fertilization resulted in the biggest share of the largest tubers.

Crop on manure combined with mineral fertilizer was greater by $9.1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ than crop grown on manure only, while crop on litter with mineral fertilizer was greater by $5.1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ than crop grown on litter only (Fig. 4 and Fig. 5). In his experiment Trawczyński (2014) also observed that the nitrogen fertilization level had a considerable impact on the tuber crop structure as increased nitrogen doses significantly reduced the share of small tubers (diameter up to 35 mm) in the main yield, at the same time increasing the share of large tubers (diameter above 60 mm).

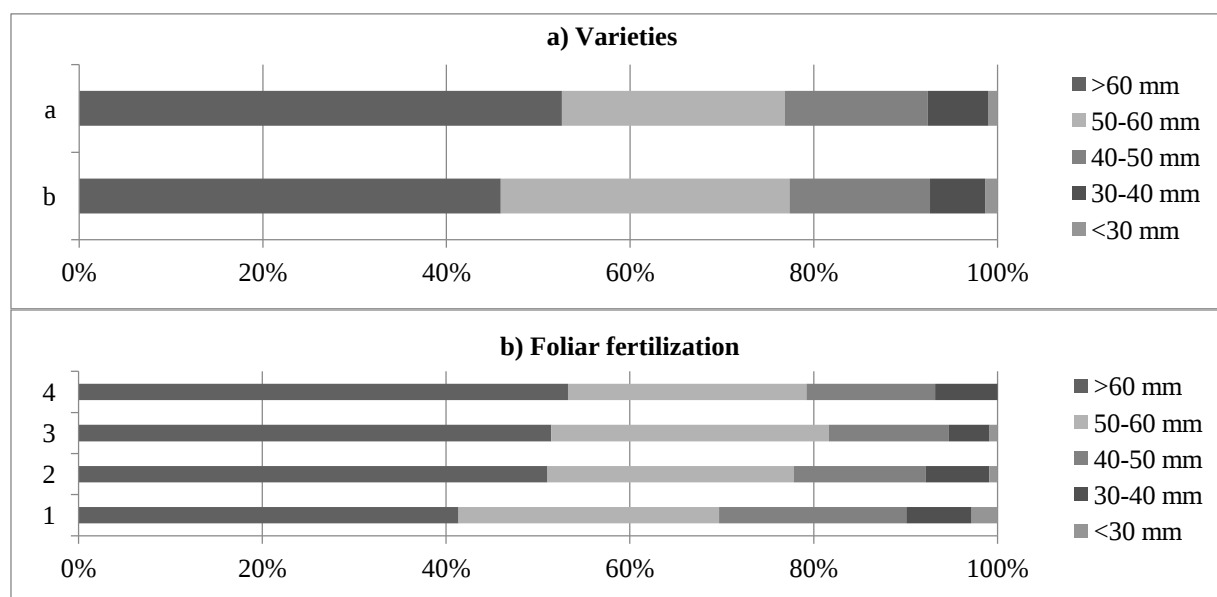


Fig. 4. Influence of tested factors on the percentage share of different tubers fractions in the yield (a - variety Tajfun, b - variety Kuras, 1 – manure, 2 - manure + mineral fertilization, 3 - litter, 4 – litter + mineral fertilization)

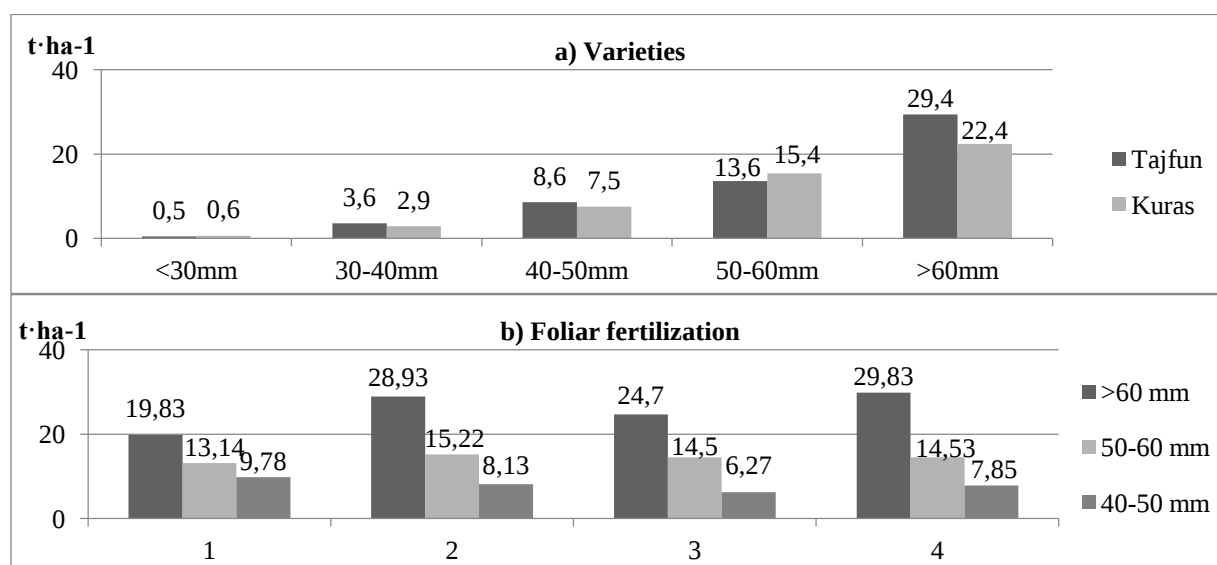


Fig. 5. The impact of foliar fertilization on yield of particular fractions of potato tubers (1 – manure, 2 - manure + mineral fertilization, 3 - litter, 4 –litter + mineral fertilization)

4. Conclusions

1. Natural fertilization – with manure and chicken litter – and mineral NPK fertilization as well as the variety genotype considerably modified the size of general crop, the crop of the commercial tuber fraction, and the starch content. Both fertilization forms were beneficial for the general crop size and the productivity of the commercial tuber fraction.
2. Starch content was considerably diversified depending on the variety genotype, while natural fertilization with manure and chicken litter did not significantly change the starch level. The combining of natural and mineral fertilization reduced the starch content in the tubers of both varieties.

References

- Blecharczyk A., Malcka I., Piechota T., Sawinska Z., 2008. Effect of crop sequence and fertilization on yield and chemical composition of potato tubers cv. Sante. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura* 7, 3: 13-19.
- Chmura K., Dmowski Z., Nowak L., Wilgosz E., 2004. Wpływ agrotechniki na plonowanie ziemniaków na Dolnym Śląsku. Cz. I. Nawożenie organiczne i mineralne. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 232: 81-90.
- Dzięzyk J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 314: 11–33.
- Gąsiorowska B., Krawczyk M., Krawczyk P., 2010. Wpływ sposobów nawożenia mineralnego na plonowanie ziemniaka. *Ziemniak Polski* 1: 20-23.
- Goliszewski W., 2011. Ekologiczna i integrowana produkcja ziemniaków. *Agro Serwis Ziemniaki cenne warzywo i nowoczesny biznes* 3: 55-58.
- Grześkiewicz H., Trawczyński C., 1998. Dolistne stosowanie nawozów wieloskładnikowych w uprawie ziemniaka. *Folia Universitatis Agriculture Stetinensis* 72: 75-80.
- Grześkiewicz H., Trawczyński C., 1999. Dolistne dokarmianie ziemniaków jadalnych płynnymi nawozami wieloskładnikowymi. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 209: 149-155.
- Jabłoński K., 2002. Wpływ poziomu nawożenia azotowego nowych odmian ziemniaków jadalnych w latach 1998-2000 na plon i jego jakość oraz trwałość przechowalniczą. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 484: 211-217.

Jabłoński K., 2003. Wpływ dolistnego nawożenia nawozami ADOB na plon, jego strukturę oraz porażenie roślin i bulw chorobami. *Acta Agrophisica* 85: 137-145.

Jabłoński K., 2004. Znaczenie dolistnego nawożenia ziemniaków roztworem mocznika i nawozami mikroelementowymi. *Ziemniak Polski* 3: 11-16.

Jabłoński K., 2006. Efekty nawożenia ziemniaków nawozami nowej generacji. *Ziemniak Polski* 1: 15-18.

Jabłoński K., 2007. Wymagania nawozowe krajowych odmian ziemniaka zarejestrowanych od 1999 roku. *Ziemniak Polski* 1: 13-17.

Jabłoński K., 2009. Wpływ poziomego nawożenia azotem na plon nowych odmian ziemniaków skrobiowych i ich jakość. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 538: 85-91.

Knittel H., 2002. Vorteile durch ammoniumbetonte Ernährung Kartoffelbau 1: 36-38.

Kostiw M., Jabłoński K., 2013. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość bulw odmian jadalnych ziemniaka uprawianych na glebie średniej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 267: 97-106.

Trawczyński C., 2006. Ocena skrobiowości nowych odmian ziemniaka pod wpływem nawożenia azotem. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 511: 141-148.

Trawczyński C., 2007. Wpływ nawozów wieloskładnikowych na plon ziemniaków oraz zawartość skrobi i azotanów w bulwach. *Ziemniak Polski* 1: 18-20.

Trawczyński C., 2014., The use of macro- and microelement chelating fertilizers in foliar application to potato. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 271: 65-77.

Trawczyński C., Kopenec J., 2007. Kompleksowy system nawożenia dolistnego ziemniaków nawozami płynnymi typu campofort. *Ziemniak Polski* 2: 22-26.

Wszelaczyńska E., Janowiak J., Spychaj-Fabisiak E., Pińska M., 2007. Influence of fertilization on selected qualitative properties of Bila potato tubers. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura* 6, 4: 91-96.

The impact of foliar fertilization on potato yield

Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Marek Mosiniak⁽¹⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marta Jurga⁽¹⁾

¹ Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland
Małgorzata Cieciora: malgorzata.cieciora@upwr.edu.pl

Summary

Foliar fertilization may help obtain large high-quality yield, especially if it involves microelements which have a number of important physiological functions in plants. A two-level factorial field experiment consisted in analysing the impact of foliar fertilization with magnesium sulphate and Agravita Ziemniak, a multi-component fertilizer, on the yield of three edible varieties – Gala, Satina, Vineta. The genotype of the varieties considerably modified the final crop size, and foliar fertilization with magnesium sulphate and with Agravita Ziemniak was beneficial for general crop and for the crop of the commercial tuber fraction. The effect of foliar fertilization was connected with the variety genotype. Foliar feeding with magnesium sulphate had a considerable impact on the crop size in the Satina and Vineta varieties, and application of Agravita Ziemniak in all the studied varieties resulted in proven growth of crops.

Keywords: potato, foliar fertilization, crop, starch

Wpływ dolistnego nawożenia na plonowanie ziemniaka

Streszczenie

Dolistne nawożenie zwłaszcza mikroelementami, które pełnią wiele ważnych funkcji fizjologicznych w roślinie, może sprzyjać uzyskaniu wysokiego plonu dobrej jakości. W ścisłym doświadczeniu polowym dwuczynnikowym analizowano wpływ nawożenia dolistnego siarczanem magnezu oraz nawozem wieloskładnikowym Agravita ziemniak na plonowanie trzech odmian jadalnych – Gala, Satina, Vineta. Genotyp odmian istotnie modyfikował wysokość plonu końcowego, a nawożenie dolistne siarczanem magnezu oraz wieloskładnikowym nawozem Agravita ziemniak korzystnie wpływało na plon ogólny oraz plon frakcji bulw handlowych. Nawożenie dolistne współdziałało z genotypem odmiany. Dolistne dokarmianie siarczanem magnezu wpływało istotnie na wysokość plonu u odmiany Satina i odmiany Vineta, a stosowanie nawozu Agravita ziemniak u wszystkich badanych odmian powodował udowodniony wzrost plonu.

Słowa kluczowe: ziemniak, nawożenie dolistne, plon, skrobia

1. Introduction

High nutritional requirements of potato results in the need for both mineral and organic fertilization, and the fact that the plant takes up the nutrients intensively justifies varied provision of nutrients: both through soil treatment and through foliar feeding (Grześkiewicz and Trawczyński 1998 and 1999, Trawczyński and Kopenec 2007). Potato fertilization is one of the most important factors of modern production technology as it contributes to the size and the quality of crops, and it influences the chemical composition of tubers and the starch content. Furthermore, fertilization determines the viability of every direction in potato production (Jabłoński 2006). The dose of nitrogen, phosphorus and potassium should be established primarily based on the preceding crop, nutrient contents in soil, crop productivity, the direction of use and the fertilization demand of particular varieties (Gąsiorowska et al. 2010, Jabłoński 2003 and 2008). Mineral fertilization of soil is supplemented with foliar fertilizers. They are completely water-soluble, while the chelate mineral salts that they contain are easily absorbed by the plants, which results from the

manufacturers' use of additives improving the adhesion to the leaves and the stem, accelerating the absorption of nutrients and facilitating the mixing with pesticides. The main argument in favour of using foliar nutrients is that they work fast and are utilised to a considerable degree (Szewczuk 2007). The macro- and microelements contained in foliar fertilizers penetrate the plant tissue through the cuticle and the stomata present on leaves and shoots (Jabłoński 2006). The benefits from foliar fertilization are as follows: quick assimilation of nutrients, a possibility to replenish nutrient deficiencies during plant vegetation, substantial effects even with small fertilizer quantities, a possibility of combining it with plant protection treatments, even spreading of the nutrients over the plantation, limitation of environmental pollution, avoidance of chemical and biological sorption (Jabłoński 2006 and 2008, Trawczyński and Kopenec 2007). Foliar feeding is an intervention applied to replenish the required nutrients and it cannot be used as an alternative to soil fertilization (Czuba 1992, Celgarek and Zarzeska 2003). There is a major ecological issue that involves the problem of assimilation and maximum utilisation of nutrients by the plants, including microelements, which are represented mostly by heavy metals, and at the same time their presence is necessary for the regulation of biochemical processes during plant growth (Ruszkowska and Wojcieszka-Wykupajtys 1996, Czuba 2000, Grzyś 2004). As a result, these elements must be supplied in particularly balanced doses, in the quantities required by the plants but at the same time preventing environmental pollution (Sztuder 2009). The experiments conducted in the Institute of Soil Science and Plant Cultivation (IUNG) suggest that the microelements taken up by the plants from soil in small quantities may be effectively supplemented through double or triple foliar application of a liquid multi-component microelement fertilizer, if used at the right time (Czuba 1993, Czuba et al. 1999). Application of multi-component microelement fertilizers makes particular sense for soils with microelement deficiency and in phases of intensive plant growth, that is in periods when the plants need nutrients the most (Sztuder 2009). Microelements play very important functions in the metabolism of plants as the components and activators of a number of enzymes. Supplying microelements to plants is beneficial for the uptake of nutrients from soil, for proper photosynthesis and for the processes connected with nitrogen metabolism and amino acid synthesis (Ruszkowska and Wojcieszka-Wykupajtys 1996, Spiak 2000). Wróbel (2006) argues that potatoes represent plants for which foliar fertilization is the easiest on account of the considerable number of protective treatments during vegetation. In foliar fertilization the uptake of nutrients is quicker than through the root system since about 80% of a fertilizer is taken up by a plant within the initial 4-5 hours following the treatment,

and the beneficial utilisation of nutrients reaches 90%. When compared to soil treatment, foliar fertilization is much more beneficial because the former involves nutrient utilisation only in 45-60%. Foliar fertilizers used for potatoes often contain macroelements as well, such as nitrogen and magnesium, more rarely phosphorus, potassium and sulphur. Fertilization is often supplemented with magnesium sulphate, as it supplies magnesium and sulphur to the plants. Magnesium has a tremendous physiological significance for the development and yield of potato. As an activator of enzymatic reactions, it regulates photosynthesis and phosphorus management, and it participates in the synthesis of proteins, lipids and nucleic acids (Rykaczewska 1999). Supplying magnesium to plants is particularly recommended on soils with inadequate content of this elements and at stages of increased uptake of nutrients by these plants. 15-20% of the total magnesium contents in a plant is present in chlorophyll. In optimum conditions, a plant has approximately 17.2 mg chlorophyll per 1 g of dry matter, while deficiencies lead to a drop of this value to 7.5 mg (Schulz 1988). The objective of the experiment was to determine the impact of foliar fertilization with magnesium sulphate and with Agravita Ziemniak on the yield of several edible potato varieties.

2. Materials and methods

The field experiment regarding the impact of foliar fertilization on the yield of edible potato varieties was conducted in IIIa class soil representing good wheat soil complex. The soil was characterised by average contents of such nutrients, i.e. P_2O_5 14.9 mg·100g⁻¹, K_2O 12.7 mg·100g⁻¹ and MgO 6.7 mg·100g⁻¹, and its pH was 5.8. The two-level factorial experiment involving fertilization of Gala, Satina, Vineta varieties with magnesium sulphate and with the Agravita Ziemniak foliar fertilizer when compared to no fertilization was conducted according to the split-plot method in three repetitions. Directly before the planting with mineral fertilizers, the soil was treated with 200 K kg·ha⁻¹, 95 N kg·ha⁻¹ and 120 P kg·ha⁻¹. Seed potatoes of 30-40 mm in diameter were planted 25 cm apart in the 2nd decade of April, in rows 75 cm apart. Foliar fertilization with magnesium sulphate and with Agravita Ziemniak was applied in the 3rd decade of May, the 1st decade of June and the 3rd decade of June, supplying a total of 7.2 kg MgO ·ha⁻¹, 13.5 kg SO_3 ·ha⁻¹, 2.43 kg N·ha⁻¹, 0.61 kg P·ha⁻¹ and 1.26 kg K·ha⁻¹. Crops from all the 27 fields were harvested in the 1st decade of September. The weather in the year of the studies is presented in figure 1. To compare the level and distribution of precipitation and temperatures, the data from the study year were juxtaposed with those from the 1981-2010 time frame and with the values recommended by Dzieżyca

et al 1987. Throughout the whole vegetation period, lower total precipitation was recorded when compared to the above time frame and to the said requirements. The largest precipitation was observed in June, July and August, and the difference when compared to the above time frame was 28.9 mm, 24.4 mm, 13.5 mm respectively, and when compared to the requirements – 20.8 mm, 66.1 mm, 44.2 mm respectively. Only in June the average temperature was similar to the above period and to the requirements recommended in the literature, while in July and in August the temperature was higher by 0.8°C and 4.3°C and by 2.5°C and 6.4°C respectively when compared to the requirements.

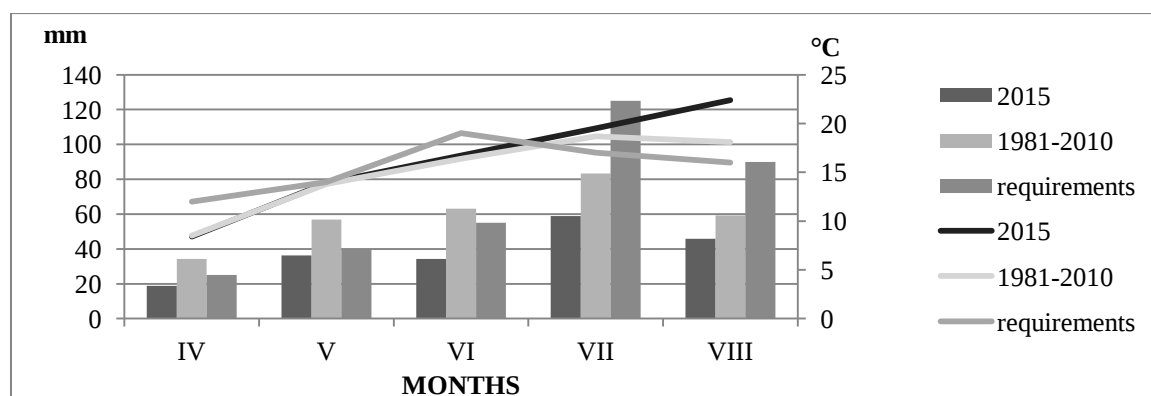


Fig. 1. Temperature and precipitation in vegetative season

During the harvest, samples were taken to determine the structure of the crops and the contents of starch. The following fractions were isolated in the crop structure: >60mm, 50-60mm, 40-50mm, 30-40mm, <30mm.

The results were developed statistically using the analysis of variance and Tukey's multiple comparison test. The significance level adopted for the comparison of the mean values was $\alpha=0.05$. Calculations were carried out in the SAS 9.1 programme.

3. Results and discussion

The experiment revealed that the variety genotype considerably influenced the general yield of the tubers. The largest crop was obtained for Gala, i.e. $31.9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, Vineta developed a crop by $4.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ smaller, while the crop of Satina was the smallest, with a difference when compared to Gala reaching $6.9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Fig. 2 a). The studies also point to a significant impact of foliar fertilization on potato yield. The experiment showed that foliar fertilization considerably influenced the general tuber yield. The most beneficial effects on crop size were observed for Agravita Ziemniak. For the potatoes on which foliar fertilization was applied using this fertilizer, the crop was larger by $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ when compared to the plants fertilized with magnesium sulphate and by $10.9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ when compared to those that were not fertilized at all

(Fig. 2 b). Significant interaction was also noted between the variety genotype and the foliar fertilization applied. Foliar fertilization with magnesium sulphate did not substantially contribute to the yield of the Gala variety, while the Agravita Ziemniak fertilizer had significant effects. Foliar fertilization with magnesium sulphate and Agravita Ziemniak had a significant impact on the general yield when compared to non-fertilized plants, while no significance was noted between the applied foliar fertilizers. For Vineta, magnesium sulphate fertilization lead to considerable growth when compared to non-fertilized plants, while the Agravita Ziemniak foliar fertilizer was beneficial when compared for the magnesium sulphate (Fig. 2 c).

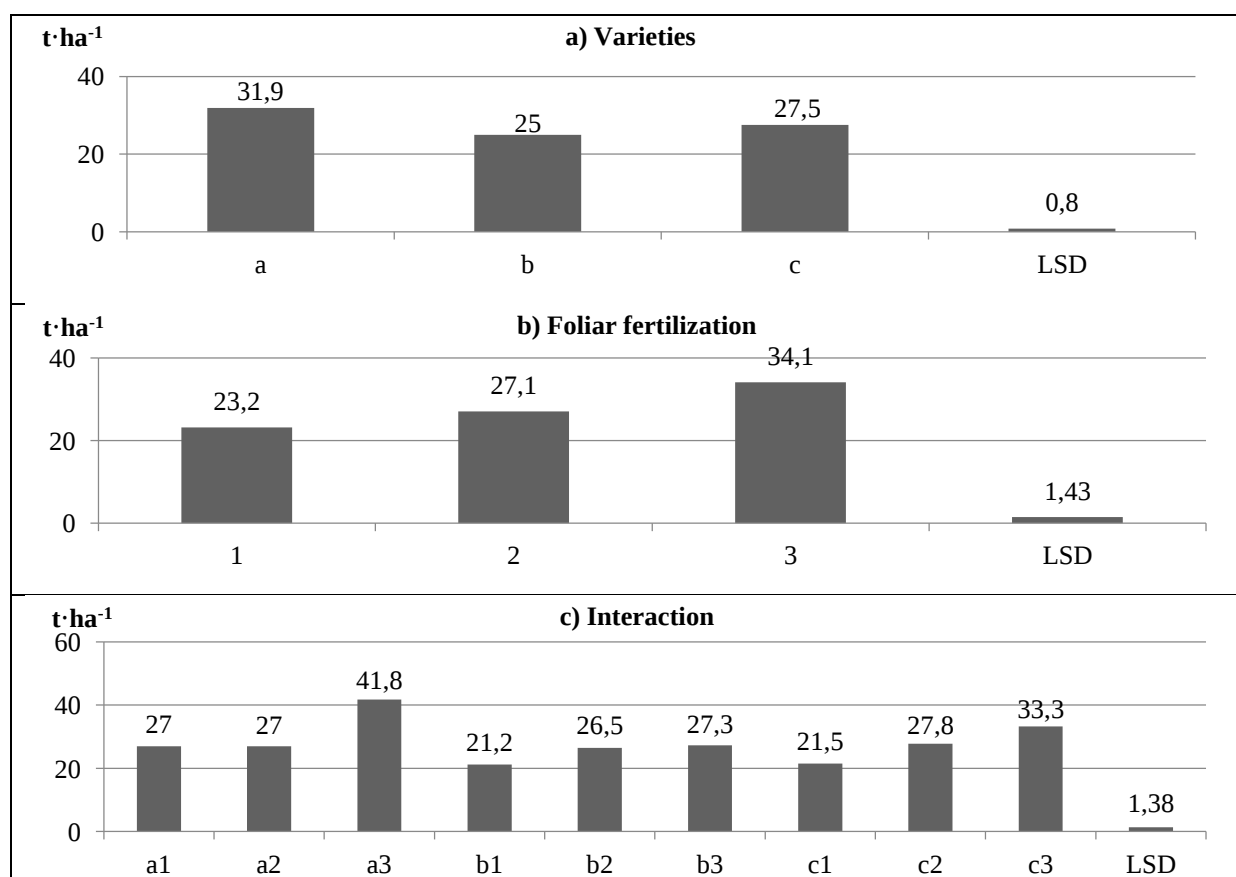


Fig. 2. The impact of foliar fertilization on total yield of tubers (a - variety Gala, b - variety Satina, c - variety Vineta, 1- control, 2 - magnesium sulphate, 3 - Agravita ziemniak, a1- variety Gala control, a2 - variety Gala magnesium sulphate, a3 - variety Gala Agravita ziemniak, b1- variety Satina control, b2 - variety Satina magnesium sulphate, b3- variety Satina Agravita ziemniak, c1- variety Vineta control, c2 - variety Vineta magnesium sulphate, c3 - variety Vineta Agravita ziemniak)

The general growth of potatoes as a result of foliar fertilization when compared to the control plants was also observed by other researchers – Trawczyński (2014), Szewczuk (2009), Jabłoński (2009). The positive effects of magnesium foliar fertilization on potato yield were noted by Wróbel (2006) and Rykaczwska (1999) as well. In more modern studies, Czuba et

al. (1999) noticed significant growth of potato tubers following three applications of a 5% magnesium sulphate solution, at a total dose of $7.2 \text{ kg MgO} \cdot \text{ha}^{-1}$. The tuber crop increase in their experiment was $2.6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

On the other hand, Bogucka et al. (2010) and Wróbel (2012) determined that additional plant fertilization did not always increase the crop but that this depended on the soil conditions of the test site. In our studies, the Gala, Satina and Vineta genotypes did not significantly differentiate the starch level (Fig. 3), which ranged from 13.8 to 14.3% (Fig. 3a). The starch level did not change as a result of foliar fertilization either, and the varieties displayed a one-way response.

The study also involved analysing the effects of fertilization on the size of tubers, including their percentage share in the crop, as well as the crop of the tubers of particular fractions. The size of tubers was considerably modified depending on the variety genotype (Fig. 4). The largest crop of tubers having more than 60 mm in diameter was obtained for Gala, and it was greater by $5.3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ than for Satina and by $3.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ than for Vineta. The size of the tubers was also determined by foliar fertilization. The greatest crop of large tubers was obtained after foliar feeding with Agravita Ziemniak, and the difference was $5.7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ when compared to magnesium sulphate fertilization, and $11.9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ when compared to non-fertilized plants (Fig. 4 and Fig. 5). In their experiments covering a number of years, Trawczyński and Prokop (2016) observed that application of the EUROFERTIL 33N-PROCESS fertilizer, when supplemented with foliar feeding, made the tubers considerably larger, over 60 mm in diameter.

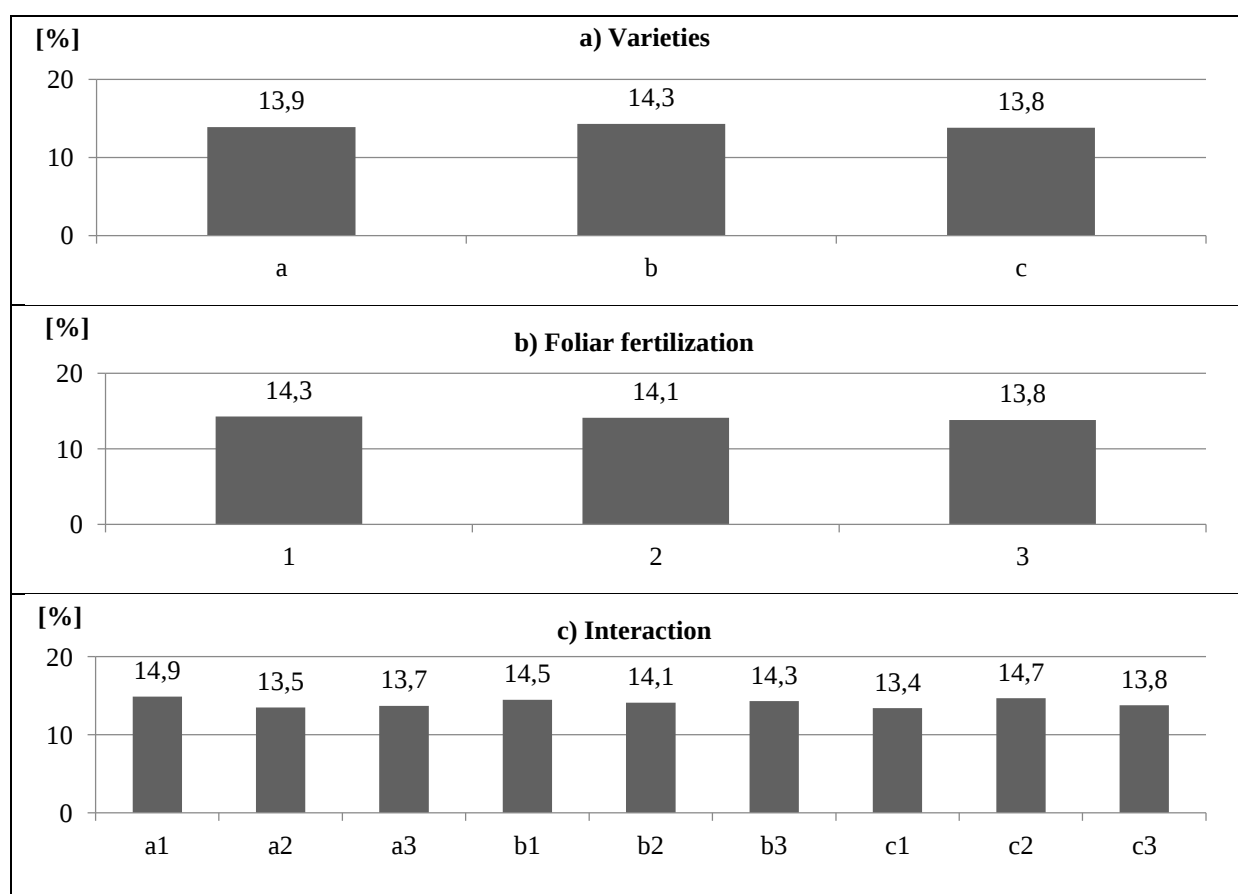


Fig. 3. The impact of foliar fertilization on starch content in potato tubers (explanations as on Figure 2)

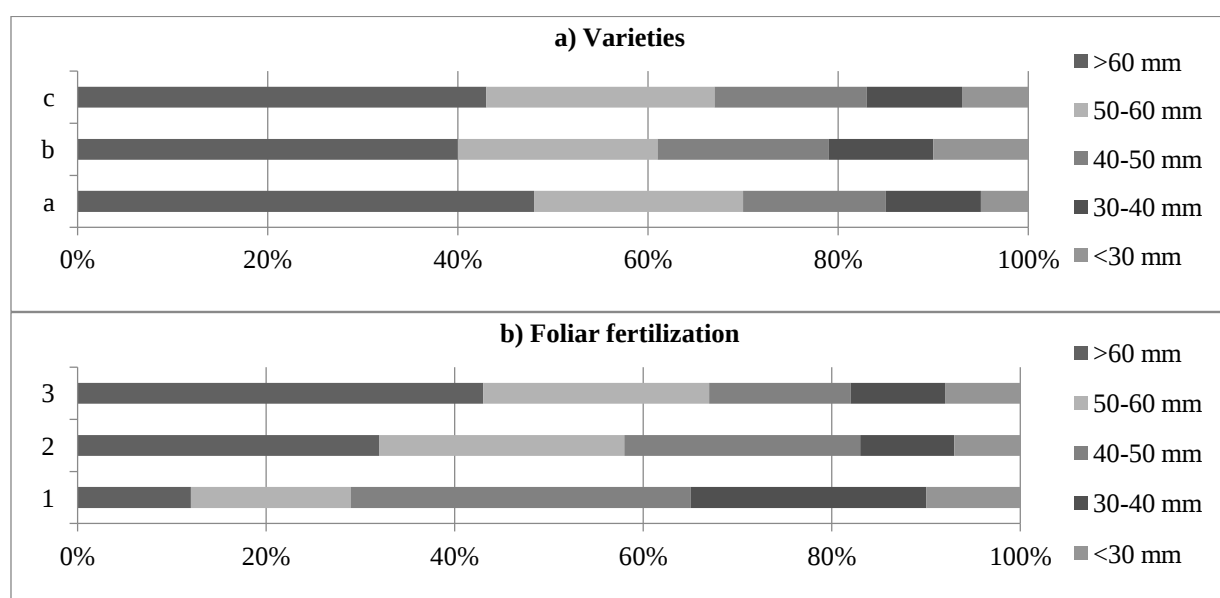


Fig. 4. Influence of tested factors on the percentage share of different tubers fractions in the yield (a- variety Gala, b- variety Satina, c – variety Vineta, 1- control, 2 - magnesium sulphate, 3 - Agravita ziemniak)

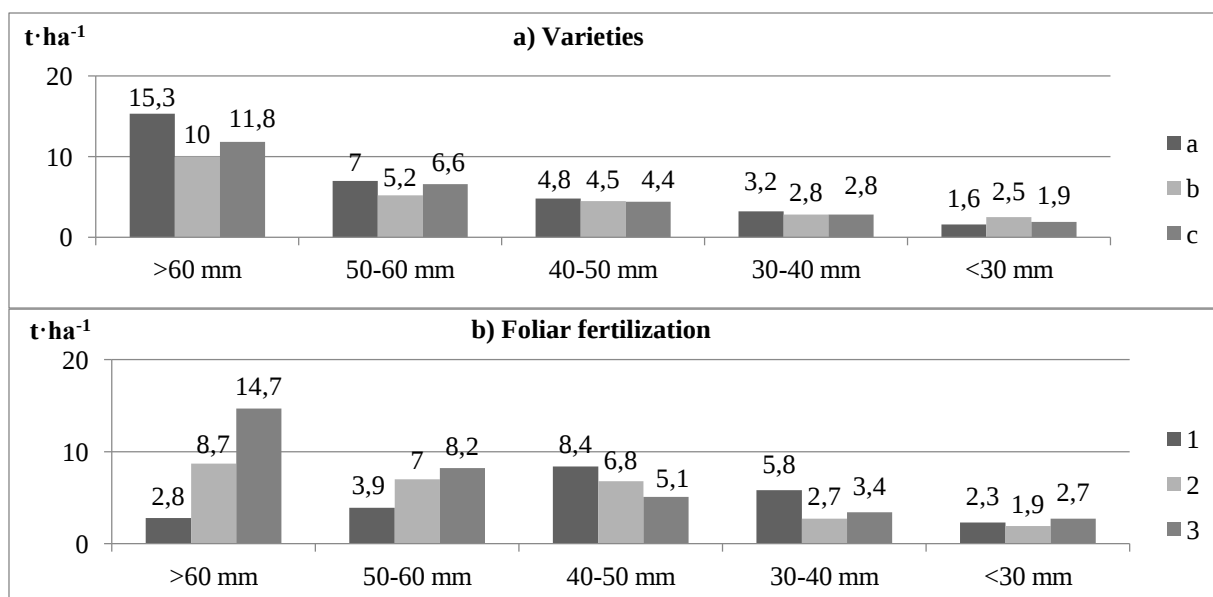


Fig. 5. The impact of foliar fertilization on yield of particular fractions of potato tubers (a- variety Gala, b- variety Satina, c – variety Vineta, 1- control, 2 - magnesium sulphate, 3 - Agravita ziemniak)

4. Conclusions

1. The variety genotype considerably modified the general crop size and the crop of commercial tubers. The largest crop was developed by Gala – 31,9 t·ha⁻¹, smaller by Vineta – 27,5 t·ha⁻¹, and the smallest by Satina – 25 t·ha⁻¹.
2. Foliar fertilization with magnesium sulphate and with Agravita Ziemniak was beneficial for general crop and for the crop of the commercial tuber fraction.
3. The effect of foliar fertilization was significantly connected with the variety genotype. Foliar feeding with magnesium sulphate had a considerable impact on the crop size in the Satina and Vineta varieties, and application of Agravita Ziemniak in all the studied varieties resulted in proven growth of crops.
4. Neither the genotype of the edible Gala, Satina and Vineta varieties nor the foliar fertilization applied differentiated the starch contents.

References

- Bogucka B., Cwalina-Ambroziak B., Zięba T., 2010. The effects of varied soil and foliar mineral fertilization levels in the production of high-starch potatoes. Polish Journal Of Natural Sciences 25, 3: 215-228.
- Ceglarek F., Zarzecka K., 2003. Rośliny okopowe bulwiaste. Szczegółowa uprawa roślin. Praca zbiorowa pod redakcją Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Tom 1. Wydawnictwo AWA Wrocław: 315-382.

Czuba R., 1992. Działanie nawozów mikroelementowych w systemie dolistnego dokarmiania roślin. Materiały VII Symposium „Mikroelementy w rolnictwie”: 155-157.

Czuba R., 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie mikroelementów i azotu łącznie z mikroelementami. Roczniki Gleboznawcze XLIV: 79-87.

Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 471: 161-170.

Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M., 1999. The results of leaf nutrition of field crops. Part IV. Response of plants to foliar application of magnesium combined with micronutrients or magnesium with nitrogen and micronutrients in one water solution. Roczniki Gleboznawcze TOM L, 1/2: 51-59.

Dziężyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 314: 11-33.

Gąsiorowska B., Krawczyk M., Krawczyk P., 2010. Wpływ sposobów nawożenia mineralnego na plonowanie ziemniaka. Ziemniak Polski 1: 20-23.

Grześkiewicz H., Trawczyński C., 1998. Dolistne stosowanie nawozów wieloskładnikowych w uprawie ziemniaka. Folia Universitatis Agriculture Stetinensis 72: 75-80.

Grześkiewicz H., Trawczyński C., 1999. Dolistne dokarmianie ziemniaków jadalnych płynnymi nawozami wieloskładnikowymi. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 209: 149-155.

Grzyś E., 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 502: 89-99.

Jabłoński K., 2003. Wpływ dolistnego nawożenia nawozami ADOB na plon, jego strukturę oraz porażenie roślin i bulw chorobami. Acta Agrophysica 85: 137-145.

Jabłoński K., 2006. Efekty nawożenia ziemniaków nawozami nowej generacji. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 1: 15-18.

Jabłoński K., 2008. Florovitem można nawozić ziemniaki. Ziemniak Polski 3: 14-18.

Jabłoński K., 2009. Influence of nitrogen fertilization on potato yield and tuber quality of new cultivars of starch potato. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 538: 85-91.

Ruszkowska M., Wojcieszka-Wykupajtyś U., 1996. Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 434: 1-11.

Rykaczewska K. 1999. Wpływ dokarmiania roślin magnezem na zawartość tego pierwiastka w bulwach. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin: 141-143.

Schulz A., 1988. Magnesium. Kali Und Salz A. G. Kassel. 56 ss.

Spiak Z., 2000. Mikroelementy w rolnictwie. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 434: 29-34.

Szewczuk C., 2007. Znaczenie boru w odżywianiu roślin. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego 2, 36: 31-33.

Szewczuk C., 2009. The influence of foliar fertilization on potato tubers yield. Annales Universitatis Mariae Curie – Skłodowska Lublin – Polonia. LXIV,1: 7-12.

Sztuder H., 2009. Ocena efektywności dolistnego dokarmiania wybranych gatunków roślin nawozami płynnymi zawierającymi mikroelementy. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 541: 417-124.

Trawczyński C., Kopenc J., 2007. Kompleksowy system nawożenia dolistnego ziemniaków nawozami płynnymi typu Campofort. Ziemniak Polski 2: 22–26.

Trawczyński C., 2014. The use macro- and microelement chelating fertilizers in foliar application to potato. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 271: 65-77.

Trawczyński C., Prokop W., 2016. Yield and quality of potato tubers as affected by fertilisation involving the use of soil – incorporated and foliar commercial fertilizer products. Polish Journal of Agronomy 24: 23-29.

Wróbel S., 2006. Dolistne dożywanie ziemniaków. Top Agrar Polska. Magazyn Nowoczesnego Rolnictwa 5: 82-85.

Wróbel S., 2012. Effects of fertilization of potato cultivar Jelly with foliar fertilizers YaraVita Ziemniak and Actisil. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 266: 295-306.

Ocena wybranych właściwości mechanicznych owoców żurawiny wielkoowocowej

Józef Gorzelany⁽¹⁾, Dagmara Migut⁽¹⁾, Natalia Matłok⁽¹⁾, Agnieszka Piersiak⁽¹⁾, Mirela Kotlicka⁽¹⁾, Marcin Dziura⁽¹⁾

¹Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski
Józef Gorzelany: gorzelan@univ.rzeszow.pl

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań laboratoryjnych była analiza wybranych właściwości mechanicznych świeżych owoców wybranych odmian żurawiny wielkoowocowej oraz w czasie ich przechowywania w kontrolowanych warunkach. W pracy określono zmiany wartości parametru siły przebiccia skórki i miąższu oraz siły niszczącej podczas jednoosiowego ściskania w zależności od czasu i temperatury przechowywania. Średnie wartości siły przebiccia świeżych owoców żurawiny były w zakresie od 6,7 N do 7,8 N, natomiast średnie wartości siły niszczącej wahały się od 57,0 N do 66,9 N. Niezależnie od odmiany, odnotowano spadek średnich wartości siły przebiccia oraz siły niszczącej w czasie przechowywania owoców. Dokonano również pomiaru energii potrzebnej do przebiccia skórki i miąższu. Obliczono wartość naprężenia niszczącego. Stwierdzono spadek wartości analizowanych parametrów w czasie przechowywania owoców żurawiny.

Słowa kluczowe: siła przebiccia skórki i miąższu, siła niszcząca, żurawina wielkoowocowa

Evaluation of selected mechanical properties of cranberry fruit

Summary

The aim of the study was a laboratory analysis of selected mechanical properties of selected varieties of fresh fruits and cranberry during storage under controlled conditions. In this study changes the parameter value clout peel and pulp and destructive force during uniaxial compression depending on the time and temperature of storage. Average values of puncture force fresh cranberries are in the range of 6.7 N to 7.8 N, while the average value of breaking force ranged from 57.0 N to 66.9 N. Regardless of the variety, a decrease of the average puncture force and destructive force at the time of storage of fruit. Also made the measurement of the energy needed to pierce the peel and pulp. Calculated value of the breaking strength. We found a decrease in the value of the parameters analyzed during storage cranberries.

Keywords: peel and flesh puncture force, destructive force, cranberry

1. Wstęp

Żurawina wielkoowocowa (*Vaccinium macrocarpon*) jest wieloletnim krzewem z rodziny wrzosowatych. Występuje w Ameryce Północnej oraz Europie. Pierwszy raz owoce żurawiny zostały odkryte przez Indian, którzy wszechstronnie wykorzystywali je w lecznictwie, jako naturalny barwnik i konserwant oraz jako żywność (Conejero, 2014). Pierwsze wzmianki na temat uprawy żurawiny pochodzą z roku 1816 kiedy to w USA w stanie Massachusetts wybrano najcenniejszy obszar występowania krzewów i zaczęto je pielęgnować. W Polsce pierwsze próby uprawy żurawiny wielkoowocowej datują się na lata pięćdziesiąte XX wieku (Smolarz, 2003).

Ręczny zbiór owoców jagodowych należy do bardzo pracochłonnych, powodem są drobne i delikatne owoce. Wydajność godzinnego zbioru wykonywanego przez jedną osobę

wynosi od 4-8 kilogramów. Jest to nieopłacalne, dlatego wielu plantatorów poszukuje wydajniejszych i tańszych metod. Coraz częściej zastosowanie mają maszyny przeznaczone do zbioru owoców. Niestety krótki okres dojrzałości zbiorczej, duży plon oraz podatność owoców na uszkodzenia mechaniczne utrudnia znacząco wprowadzenie w pełni zmechanizowanego zbioru (Rabcewicz, 2013).

Ważnym aspektem dla wielu plantatorów, jest aby zbiór został przeprowadzony możliwie szybko, przy zachowaniu bezpieczeństwa struktury owoców. Dlatego, zaczęto prowadzić coraz częstsze badania odnoszące się do mechanicznych właściwości owoców jagodowych, mające na celu poszerzenie wiedzy z zakresu wprowadzania nowych technologii zbioru pod kątem ograniczenia uszkodzeń oraz strat. Pomiar mechanicznych właściwości żurawiny odbywa się w testach ściskania i badaniu siły przebicia stemplem skórki i miąższu owoców (Gorzelany i in., 2016, Migut i in., 2016). Określane są na podstawie pomiarów zależności siły niszczącej i odkształcenia do momentu zniszczenia oraz zapotrzebowania energii do zniszczenia lub przebicia. Uzyskane wartości pomagają również szybko i łatwo na drodze teoretycznej i praktycznej określić optymalne parametry pracy zespołów maszyn. Właściwości mechaniczne mogą stanowić cenne uzupełnienie badań na temat dojrzałości zbiorczej i mogą być wykorzystane do globalnej oceny owoców (Rio Segade i in., 2013).

W przypadku badania właściwości mechanicznych materiału roślinnego nie jest możliwe uzyskanie powtarzalnych i jednoznacznych danych liczbowych, ze względu na przemiany zachodzące w tkankach. Brak powtarzalności wyników może być skutkiem zróżnicowania właściwości fizycznych i biochemicznych nawet w obrębie jednego gatunku rośliny. Duży wpływ na opisywaną zmienność mają także uwarunkowania glebowe i klimatyczne, stopień nasłonecznienia, rodzaje stosowanych zabiegów agrotechnicznych, termin zbioru wynikający ze stopnia dojrzałości rośliny, czy też czas składowania badanego surowca (Bohdziewicz i in., 2013, Kolowca i in., 2012, Kolowca i in., 2006).

Do badań owoców żurawiny wykorzystuje się najczęściej testy przebicia, i ściskania. Test przebicia wiąże się z pomiarem siły przebicia skórki i miąższu. Parametrem, który jest mierzony jest siła, która przeciwdziała wciskaniu stempla do wnętrza owocu, jego struktury. Nazwa metody wywodzi się od mierzonych cech takich jak wytrzymałość na przebicie, twardość oraz jędrność. Stempel używany do badań ma zazwyczaj kształt walca o średnicy 2 mm. Siła przebicia według autorów jest proporcjonalna do powierzchni przebijającej oraz siły cięcia, dla której wartość jest proporcjonalna do obwodu tej powierzchni.

(Gorzelany i in., 2016, Grzemski i Bohdziewicz, 2012; Bohdziewicz i Czachor, 2010; Bohdziewicz, 2006a; Bohdziewicz, 2006b).

Celem prowadzonych badań była analiza zmian wartości siły przebiccia skórki i miąższu świeżych oraz przechowywanych owoców żurawiny wielkoowocowej oraz ocena odporności owoców na uszkodzenia mechaniczne powstałe w procesie jednoosiowego ściskania pomiędzy dwoma płytami.

2. Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone w 2016 roku. Materiał badawczy stanowiły trzy odmiany żurawiny wielkoowocowej: Ben Lear, Pilgrim, Stevens, pochodzące z plantacji znajdującej się w Radomyślu nad Sanem (powiat stalowowolski, województwo podkarpackie), której właścicielem jest firma „Sante”. Zebrane owoce w fazie dojrzałości zbiorczej przewieziono do Laboratorium Analiz Mechanicznych mieszczącego się w katedrze Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Przeprowadzono badania mające na celu ocenę odporności skórki i miąższu owoców żurawiny na przebiccie oraz badania wybranych parametrów mechanicznych podczas testu jednoosiowego ściskania świeżych oraz przechowywanych owoców żurawiny. Materiał do badań składowany był w temperaturach 20°C, 10°C i 4°C. Pomiary wykonano na świeżych próbkach oraz po 10, 20 i 30 dniach od zbioru.

Pomiar siły przebiccia skórki i miąższu, przeprowadzony został przy pomocy maszyny Texture Analyzer CT3. Pomiar wykonywany był w jednym miejscu, w środkowej części owocu ułożonego poziomo. Badany materiał został poddany działaniu kontrolowanej sile przebiccia, przy pomocy stempla o średnicy 2 mm. Test przebiccia przeprowadzono zarówno dla świeżych, jak i przechowywanych owoców żurawiny w dziewięciu powtórzeniach dla każdej z odmian. Po zakończeniu serii pomiarów sporządzono wydruk pokazujący średnie wartości siły przebiccia skórki i miąższu F [N] oraz średnią energię przebiccia W [J]. Obliczono również wartość naprężenia niszczącego σ [MPa].

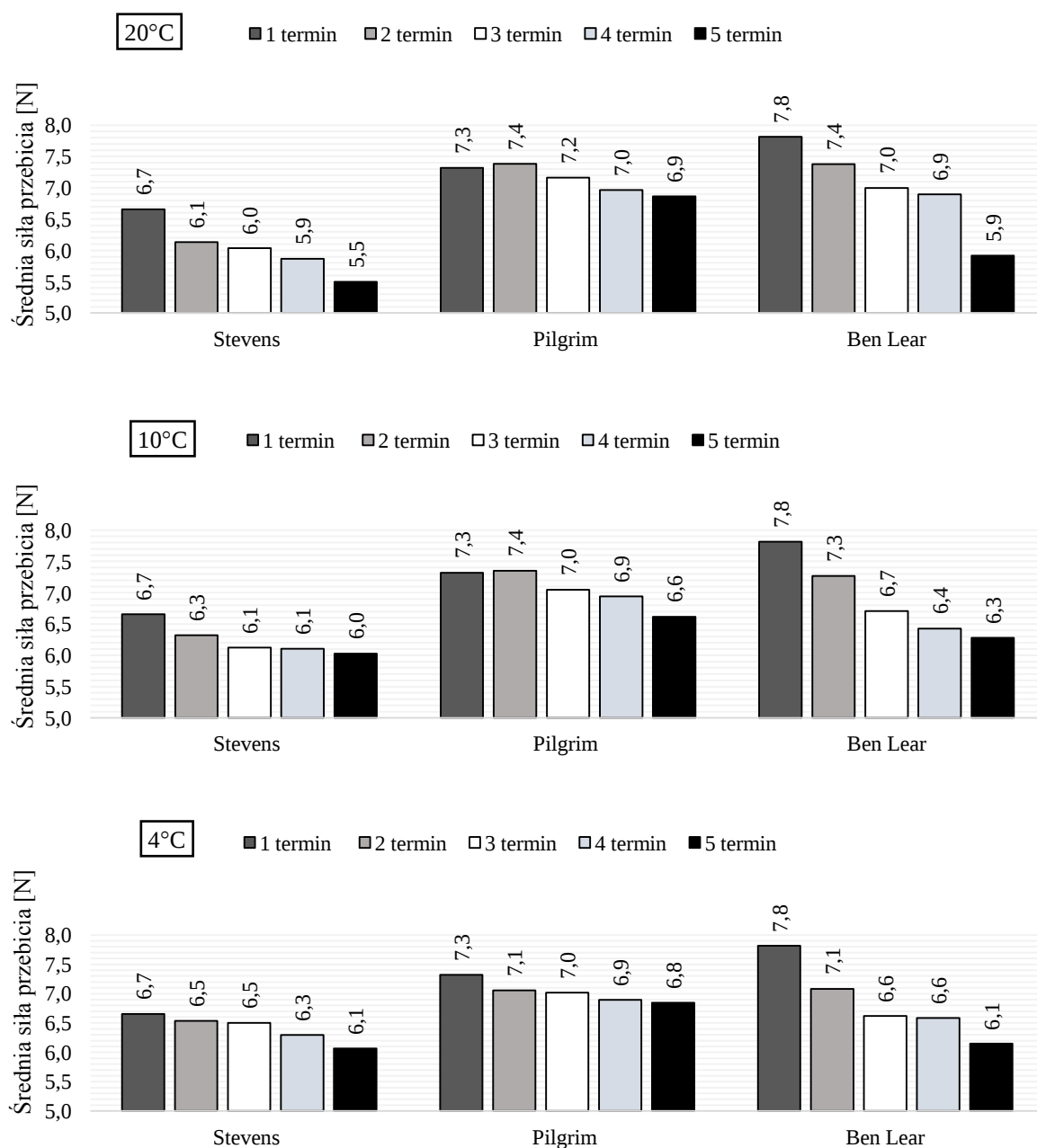
Pomiary jednoosiowego ściskania owoców przeprowadzono z użyciem maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell. Do pomiarów użyto dwóch sztywnych płyt między którymi umieszczono całe owoce w kierunku prostopadłym do wierzchołka jagody. Ustalono parametry siły naprężenia próbki- $F-0,1$ N przy prędkości siły wstępnej 0,5 mm/s. Badanie przeprowadzono w 9 powtórzeniach dla trzech odmian żurawiny dla owoców świeżych oraz w czterech terminach pomiaru w czasie ich przechowywania. Po każdej serii pomiarów rejestrowano wartości maksymalnej siły niszczącej F [N] i odkształcenia L [mm].

3. Wyniki

- Ocena średnich wartości siły przebicia skórki i miększu owoców żurawiny wielkoowocowej

Właściwości mechaniczne płodów rolnych charakteryzują się dużą zmiennością. Właściwości siły przebicia uzależnione są od wielu czynników m. in. warunków środowiska, wielkości owocu, odmiany czy też miejsca przyłożenia stempla.

Rysunek 1 przedstawia średnie wartości siły przebicia skórki i miększu owoców żurawiny wielkoowocowej w zależności od temperatury i czasu przechowywania.



Rys.1. Średnie wartości siły przebicia skórki i miększu badanych odmian żurawiny wielkoowocowej

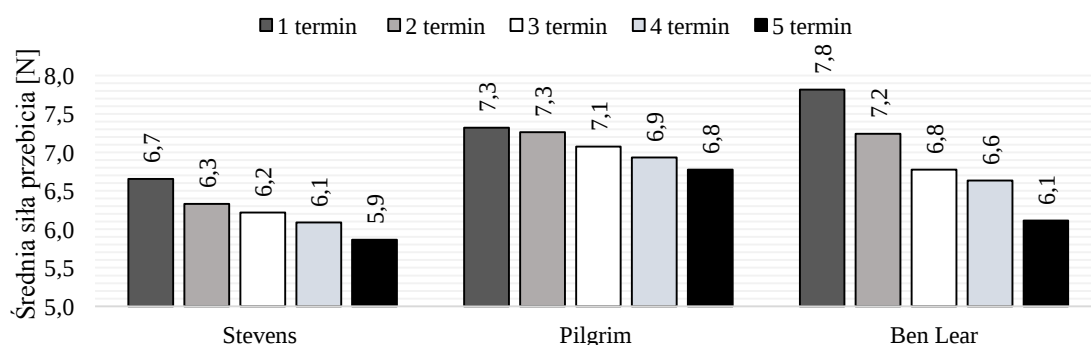
Średnie wartości siły przebicia skórki i miąższu świeżych owoców żurawiny w pierwszym terminie pomiaru były zróżnicowane i wynosiły odpowiednio: 6,7 N dla odmiany Stevens, 7,3 N, dla odmiany Pilgrim oraz 7,8 N dla odmiany Ben Lear.

Podczas przechowywania owoców żurawiny wielkoowocowej w temperaturze 20°C, odnotowano spadek siły przebicia skórki i miąższu w czasie przechowywania. Owoce przechowywane w temperaturze pokojowej charakteryzowały się najniższymi wartościami siły przebicia skórki i miąższu w ostatnim terminie pomiaru w stosunku do owoców przechowywanych w temperaturach chłodniczych. Najwyższą wartość odnotowano dla odmiany Ben Lear- 5,5 N.

W czasie przechowywania owoców żurawiny wielkoowocowej w temperaturze 10°C, średnie wartości siły przebicia skórki i miąższu również malały wraz z czasem przechowywania. Dla odmiany Ben Lear spadek średniej wartości siły przebicia skórki i miąższu wyniósł 1,5 N, a odmian Stevens i Pilgrim- 0,7 N.

W temperaturze 4°C, podobnie jak we wcześniej omawianych temperaturach przechowywania, największy spadek średniej wartości siły przebicia skórki i miąższu owoców żurawiny wielkoowocowej odnotowano w piątym terminie pomiaru u odmiany Ben Lear- 1,9 N. Dla odmian Pilgrim i Stevens spadki wartości analizowanego parametru wynosiły odpowiednio 0,4 N oraz 1,2 N.

Rysunek 2 przedstawia średnie wartości siły przebicia skórki i miąższu badanych odmian żurawiny niezależnie od temperatury przechowywania i terminu pomiaru.



Rys.2. Średnia siła przebicia skórki i miąższu badanych odmian żurawiny niezależnie od temperatury przechowywania

Wraz z czasem przechowywania wartość przebicia spadała. Spadki te nie były znaczące, dlatego można stwierdzić, że żurawina jest owocem dedykowanym do długiego przechowywania. Niezależnie od temperatury przechowywania najwyższy spadek średniej

siły przebicia badanego materiału zanotowano dla odmiany Ben Lear, wartość ta wyniosła 1,5 N. Żurawina wielkoowocowa odmiany Pilgrim w kolejnych terminach przyjmowała najwyższe wartości średniej siły przebicia odpowiednio: drugim (7,3 N), trzecim (7,1 N), czwartym (6,9 N) i piątym (6,8 N) terminie. Najniższe wartości analizowanego parametru w czasie przechowywania odnotowano dla odmiany Stevens.

Tabela 1 przedstawia średnie wartości energii niszczącej W [J] oraz naprężenia niszczącego σ [MPa] badanych odmian żurawiny wielkoowocowej w zależności od temperatury i czasu przechowywania. Owoce odmiany Ben Lear charakteryzują się wartościami energii niszczącej mieszczącymi się w przedziale od 8,6 do 10,2 J. Dla odmiany Pilgrim wartości te były mało zróżnicowane i mieściły się w zakresie od 10,9 do 11,3 J, zaś u odmiany Stevens od 9,5 do 12,3 J. Wraz z czasem przechowywania wartość analizowanego parametru ulega obniżeniu niezależnie od temperatury przechowywania. Wartości naprężenia niszczącego były mało zróżnicowane i mieściły się w przedziale od 1,7 MPa do 2,5 MPa, niezależnie od odmiany, terminu pomiaru oraz temperatury.

- Ocena średnich wartości siły niszczącej

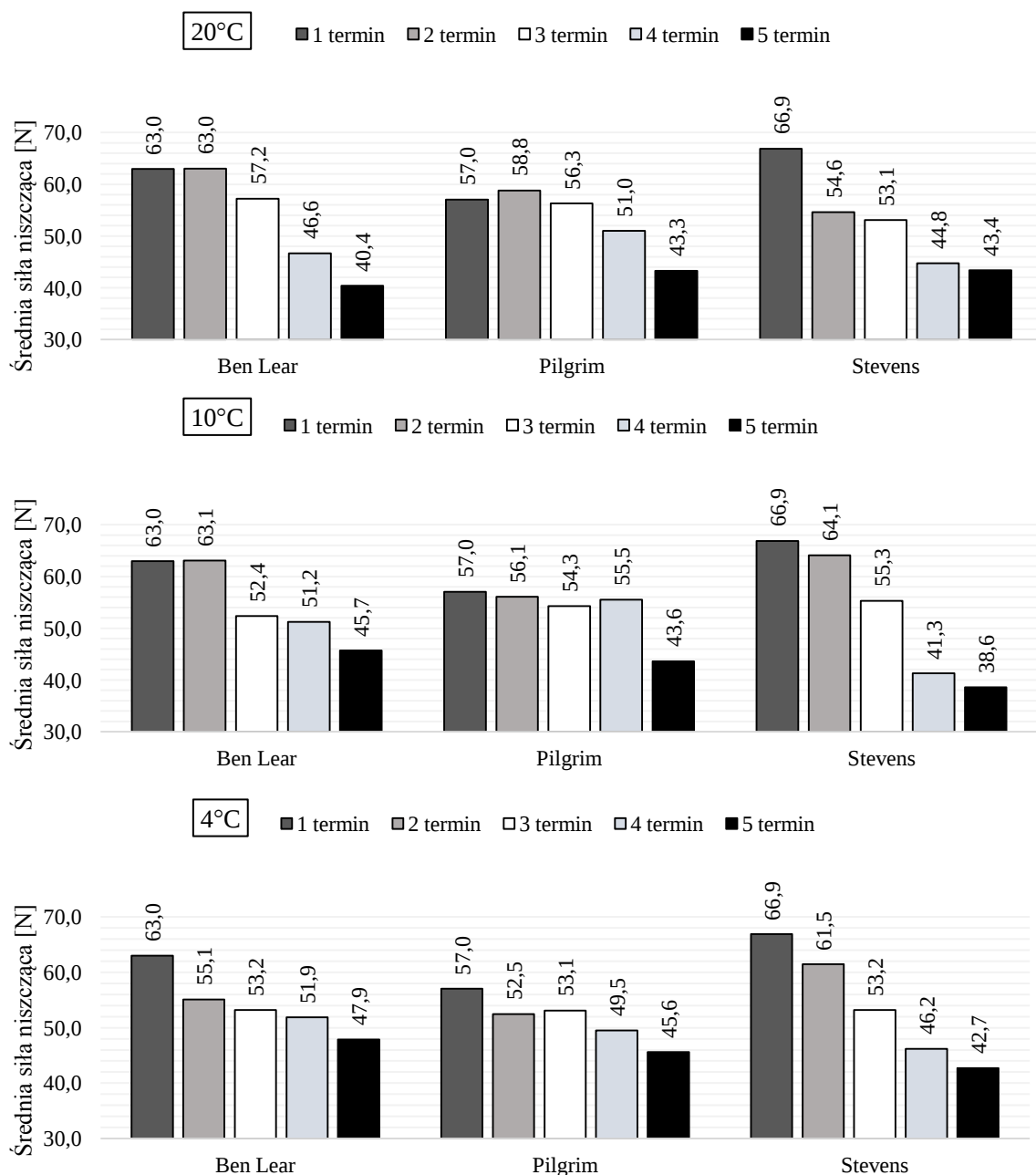
Na rysunku 3 przedstawiono średnie wartości siły niszczącej świeżych i przechowywanych owoców analizowanych odmian żurawiny. W pierwszym terminie pomiaru uzyskane wartości siły niszczącej były zróżnicowane, dla analizowanych odmian i mieściły się w zakresie od 57,0 N - odmiana Pilgrim do 66,9 N - odmiana Stevens. Odnotowano spadek średniej wartości siły niszczącej w czasie przechowywania owoców żurawiny. Dla owoców odmiany Ben Lear przechowywanych w temperaturze 20°C w piątym terminie pomiaru spadek ten wyniósł 22,6 N, zaś dla odmian Pilgrim i Stevens odpowiednio 13,7 N i 22,1 N.

Największy spadek wartości siły niszczącej w czasie przechowywania w temperaturze 10°C odnotowano dla odmiany Stevens. W ostatnim terminie pomiaru wartość siły niszczącej była niższa w stosunku do terminu pierwszego o 28,3 N. Wartości analizowanego parametru dla odmiany Ben Lear systematycznie spadały wraz z czasem przechowywania owoców żurawiny. Największy spadek średniej wartości siły niszczącej odnotowano pomiędzy drugim, a trzecim terminem pomiaru – 10,7 N. Pomimo to, owoce tej odmiany przechowywane w temperaturze 10°C cechowały się największą odpornością na uszkodzenia w ostatnim terminie pomiaru. Odmiana Stevens charakteryzowała się zbliżonymi wartościami analizowanego parametru w czasie przechowywania. Gwałtowny spadek średniej siły niszczącej nastąpił pomiędzy czwartym, a piątym pomiarem i wyniósł 11,9 N.

Tabela 1. Średnie wartości energii niszczącej W [J] oraz naprężenia niszczącego σ [MPa], dla analizowanych odmian owoców żurawiny wielkoowocowej w zależności od temperatury i czasu przechowywania

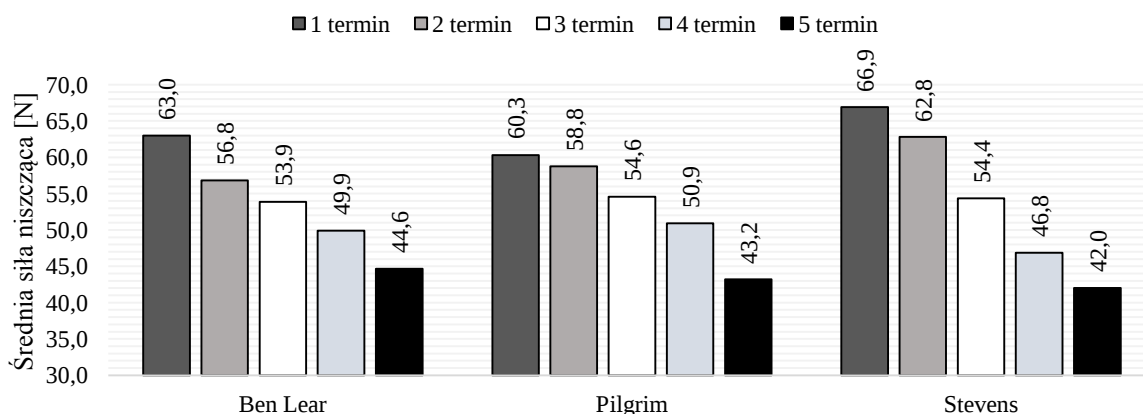
Termin pomiaru	Temperatura przechowywania	Energia niszcząca W [J]	Naprężenie niszczące σ [MPa]
Ben Lear			
1	20	$10,2 \pm 1,3$	$2,1 \pm 0,3$
2	4	$10,2 \pm 1,3$	$2,1 \pm 0,2$
	10	$9,7 \pm 1,4$	$2,0 \pm 0,3$
	20	$9,4 \pm 1,3$	$2,0 \pm 0,3$
3	4	$10,0 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,2$
	10	$9,3 \pm 1,1$	$1,9 \pm 0,2$
	20	$9,6 \pm 1,2$	$1,9 \pm 0,2$
4	4	$9,6 \pm 1,1$	$2,0 \pm 0,3$
	10	$9,5 \pm 1,0$	$1,9 \pm 0,1$
	20	$9,1 \pm 1,2$	$1,9 \pm 0,2$
5	4	$9,4 \pm 1,8$	$1,9 \pm 0,3$
	10	$9,6 \pm 1,2$	$1,9 \pm 0,3$
	20	$8,6 \pm 2,4$	$1,7 \pm 0,5$
Pilgrim			
1	20	$11,3 \pm 0,9$	$2,3 \pm 0,2$
2	4	$11,3 \pm 0,9$	$2,2 \pm 0,2$
	10	$11,5 \pm 1,0$	$2,3 \pm 0,2$
	20	$11,8 \pm 1,3$	$2,3 \pm 0,3$
3	4	$10,9 \pm 1,6$	$2,2 \pm 0,3$
	10	$10,9 \pm 1,3$	$2,2 \pm 0,2$
	20	$11,0 \pm 1,7$	$2,3 \pm 0,3$
4	4	$10,9 \pm 1,4$	$2,2 \pm 0,2$
	10	$10,9 \pm 1,6$	$2,2 \pm 0,3$
	20	$10,9 \pm 1,2$	$2,2 \pm 0,2$
5	4	$10,6 \pm 1,0$	$2,2 \pm 0,2$
	10	$10,6 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,2$
	20	$10,9 \pm 1,2$	$2,2 \pm 0,2$
Stevens			
1	20	$12,3 \pm 1,7$	$2,5 \pm 0,3$
2	4	$11,2 \pm 0,9$	$2,3 \pm 0,2$
	10	$11,8 \pm 1,4$	$2,3 \pm 0,3$
	20	$11,5 \pm 1,0$	$2,3 \pm 0,2$
3	4	$10,6 \pm 1,8$	$2,1 \pm 0,3$
	10	$10,8 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,2$
	20	$11,1 \pm 1,7$	$2,2 \pm 0,3$
4	4	$10,4 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,2$
	10	$10,6 \pm 1,2$	$2,0 \pm 0,3$
	20	$11,0 \pm 1,6$	$2,2 \pm 0,3$
5	4	$9,9 \pm 2,1$	$2,0 \pm 0,5$
	10	$10,0 \pm 1,4$	$2,0 \pm 0,3$
	20	$9,5 \pm 2,5$	$1,9 \pm 0,5$

Średnie wartości siły niszczącej dla trzech badanych odmian żurawiny wielkoowocowej przechowywanej w temperaturze 4°C były mało zróżnicowane. Zaobserwowano spadek wartości siły niszczącej w kolejnych terminach pomiaru. W przypadku przechowywania owoców odmiany Ben Lear końcowa wartość analizowanego parametru wynosiła 47,9 N. W kolejnych dwóch odmianach również zanotowano spadek wartości siły niszczącej. Dla odmian Pilgrim i Stevens spadek pomiędzy analizowanymi terminami pomiaru był nieznaczny.



Rys.3. Średnie wartości siły niszczącej F [N] w różnych terminach pomiaru wybranych odmian żurawiny wielkoowocowej

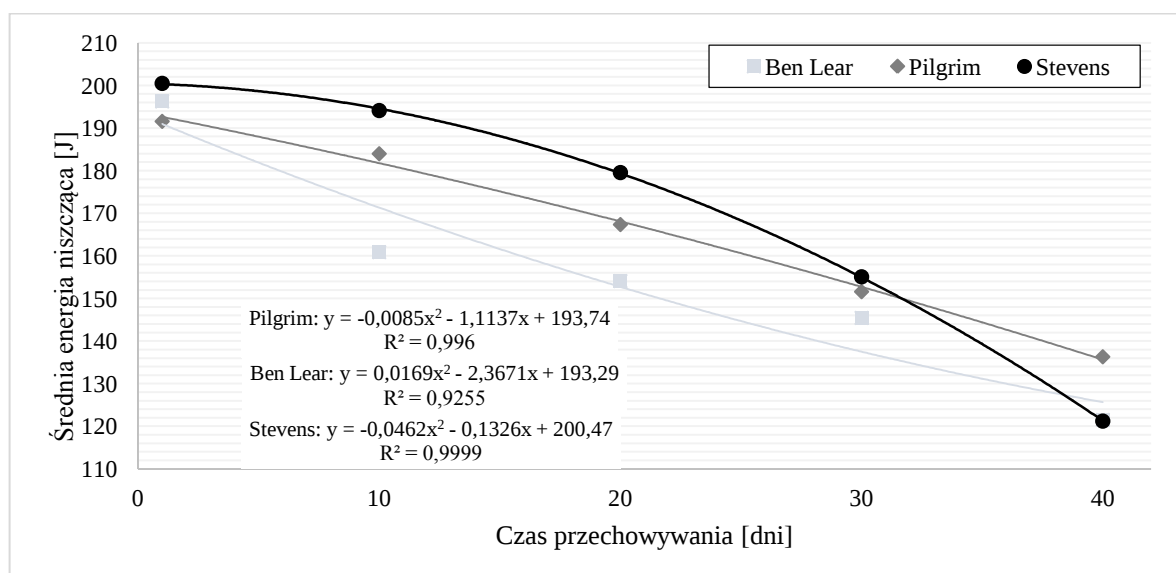
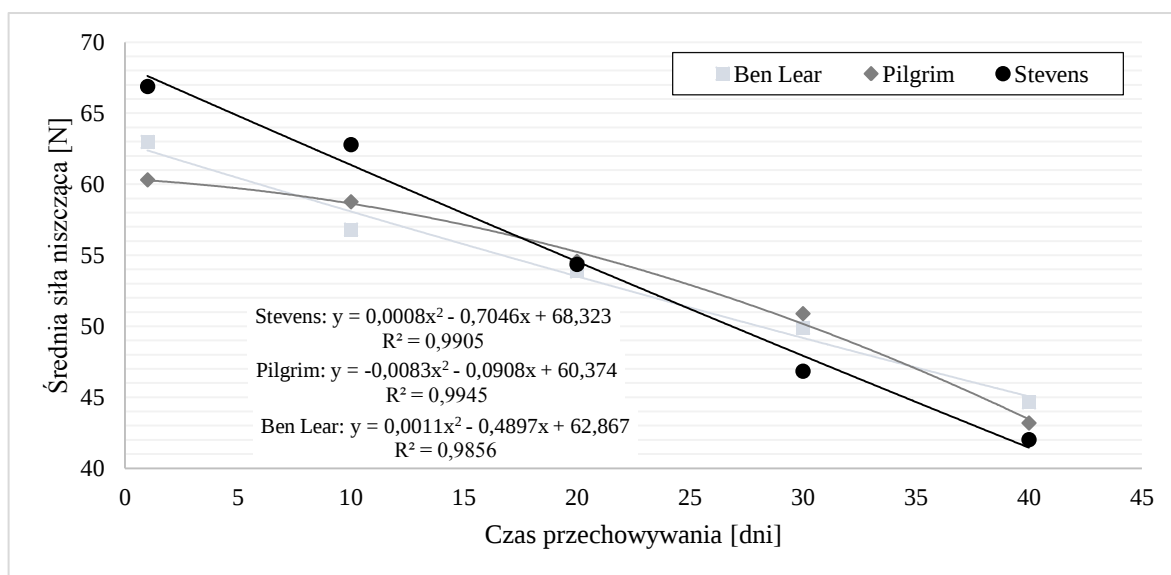
Rysunek 4 przedstawia średnie wartości siły niszczącej owoców niezależnie od temperatury przechowywania. W czasie przechowywania analizowanych odmian owoców żurawiny wartości analizowanego parametru zmniejszały się. W piątym terminie pomiaru najwyższą wartość siły niszczącej odnotowano dla odmiany Ben Lear, wynosiła ona 44,6 N. Najniższą wartością analizowanego parametru charakteryzowała się zaś odmiana Stevens. Wartość ta wynosiła 42,0 N.



Rys.4. Średnia wartość siły niszczącej owoców wybranych odmian[N] w pięciu terminach pomiaru, niezależnie od temperatury przechowywania

Rysunek 5 przedstawia linie trendu średnich wartości siły niszczącej oraz linie trendu średnich wartości energii niszczącej w zależności od terminu pomiaru. Zależność tą opisuje funkcja kwadratowa drugiego stopnia. Dla analizowanych odmian obliczono również współczynniki determinacji R^2 . Wartości współczynników dla analizowanych odmian były bardzo wysokie i mieściły się w przedziale od 0,81 dla odmiany Ben Lear do 0,97 dla odmiany Stevens.

Linie trendu średnich wartości energii niszczącej w zależności od terminu pomiaru oraz niezależnie od temperatury przechowywania przedstawia ryc.6. Wartości współczynników determinacji R^2 dla zależności pracy od terminu pomiaru wynosiły od 0,93 dla odmiany Ben Lear do 0,99 dla odmiany Stevens.



Rys.5. Linie trendu średnich wartości siły niszczącej F [N] oraz energii niszczącej [J] w zależności od terminu pomiaru niezależnie od temperatury przechowywania

4. Dyskusja

Badanie właściwości mechanicznych owoców żurawiny stosuje się w celu doskonalenia nowych technologii zbioru. Pomiar mechaniczny mają za zadanie stwierdzenie zależności między siłą przebicia skórki i miąższu żurawiny, a odkształceniem do momentu jej przebicia. Określeniem potrzebnej energii do przebicia jak również sprężystości skórki i miąższu w testach ściskania owoców. Podczas przeprowadzania badań należy wybrać surowce podobne do siebie pod kątem gatunku wielkości oraz barwy. Wyniki takich badań owoców oraz ich analiza służą często do opracowania wzorców i modeli matematycznych, które pozwalają porównywać wyniki (Jaroszyńska i in., 1978). W badaniach mechanicznych

owoców żurawiny stosuje się najczęściej testy jakimi są: ściskanie jednoosiowe całych owoców między płytami oraz przebicie stemplem.

Test przebicia wykorzystywany przez Monma jest testem dla małych owoców o delikatnej i drobnej budowie (Monma i in., 1977). Test polega na odczytaniu siły przebicia miąższu i skórki w momencie niszczenia tkanki. Przebicie żurawiny odbywa się za pomocą małego okrągłego stempla o średnicy 2 mm. Omówienie tego testu ze szczegółowym opisem opublikował Bourne (Bourne, 1966). Test na zgniatanie powoduje bezpowrotne odkształcenie owoców tworzone przy pomocy nacisku z góry płyty na podparty owoc. Ważną cechą testu jest opcja ustalenia średniej wartości siły która powoduje uszkodzenie (zgniecenie) owocu. Metody badań oraz wyniki pomiarów możemy wykorzystać, należy jednak pamiętać aby były one połączone ściśle z celem badania oraz przeznaczeniem surowca do dalszych etapów jego utrwalania (Goodall i Scholey, 1975; Gooding, 1976).

Gorzelany i współautorzy prowadzili badania siły przebicia skórki i miąższu świeżych oraz przechowywanych owoców. Średnia wartość energii potrzebna do przebicia miąższu i skórki żurawiny stemplem o średnicy 2 mm przyjmowała wartości od 3,1 do 9,9 J, a spadek energii był spowodowany czasem przechowywania żurawiny, natomiast różnica średniej siły przebicia wyniosła 2,3 N. Na spadek wartości naprężenia niszczącego największy wpływ miał czas (Gorzelany i in., 2016).

Badania siły niszczącej w procesie ściskania na sześciu odmianach owoców żurawiny prowadziła również Migut i współautorzy. Średnia wartość siły niszczącej w procesie ściskania całych owoców była w zakresie od 52,2 N do 60,3 N. Owoce odmiany Red Star były najbardziej odporne na ściskanie. Średnia wartość siły niszczącej niezależnie od warunków wahała się na poziomie 39,13 N – 61,77 N. Energia potrzebna do zniszczenia (pęknięcia) owoców mieściła się w zakresie od 173,4 J do 288,1 J (Migut i in., 2016).

5. Wnioski

1. Średnia siła przebicia świeżych owoców analizowanych odmian żurawiny wielkoowocowej była zróżnicowana i mieściła się w przedziale od 6,7 N dla odmiany Stevens do 7,8 N dla odmiany Ben Lear.
2. Odnotowano spadek średniej wartości siły przebicia skórki i miąższu owoców żurawiny niezależnie od temperatury przechowywania. Największy spadek wartości parametru odnotowano dla odmiany Ben Lear przechowywanej w 20°C - 1,9 N.

3. Średnia energia niszcząca W [J] potrzebna do przebicia skórki i miąższu owoców żurawiny wielkoowocowej była w przedziale od 8,6 J do 12,3 J. Na spadek energii W , wpływ miał czas przechowywania owoców żurawiny.
4. Naprężenie niszczące σ [MPa] wahało się od 1,9 MPa do 2,5 MPa, temperatura przechowywania nie miała wpływu na spadek wartości naprężenia niszczącego.
5. Uzyskane średnie wartości siły niszczącej w procesie jednoosiowego ściskania świeżych owoców były w zakresie od 57,0 N dla odmiany Pilgrim do 66,9 N dla odmiany Stevens.
6. Zaobserwowano wpływ czasu przechowywania na wartość siły niszczącej, która wraz z upływem czasu malała. Największy spadek odnotowano dla odmiany Stevens i wynosił on 28,3 N.
7. Odnotowano ścisłą zależność średniej wartości siły niszczącej, zapotrzebowania energii do zniszczenia owoców analizowanych odmian żurawiny od czasu przechowywania. Wartości współczynników determinacji R^2 były wysokie i wynosiły odpowiednio:
 - dla siły niszczącej- R^2 od 0,9856 dla odmiany Ben Lear do 0,9945 dla odmiany Pilgrim.
 - dla energii niszczącej- R^2 od 0,9255 dla odmiany Ben Lear do 0,9999 dla odmiany Stevens.

Literatura

- Bohdziewicz J., 2006a. Niejednorodność cech mechanicznych cebuli. Inżynieria Rolnicza, 5(80): 59-66.
- Bohdziewicz J., 2006b. Właściwości mechaniczne warzyw o kształcie kulistym. Inżynieria Rolnicza, 5(80): 49-57.
- Bohdziewicz J., Czachor G., 2010. Wpływ obciążenia na przebieg odkształcenia warzyw o kształcie kulistym. Inżynieria Rolnicza, 1(119), s. 85-91.
- Bohdziewicz J., Czachor G., Grzemiński P., 2013. Wyznaczanie cech reologicznych warzyw i owoców na podstawie nakładów pracy i odkształcenia. Inżynieria Rolnicza 4 (147) T.1: 35-42.
- Bourne M. C., 1966. Measure of shear and compression components of puncture test. J. Food Sci., 31: 282-291.
- Conejero G. V., 2014. Arándanorajo I (*Vaccinium crocarpon* Ait.). Reduca (Biología). Serie Botanica. 7 (2): 100-112:

- Goodall H., Scholey J., 1975. The analysis of strawberries as means of determining the fruit content of manufactured products. *J. Fd. Technol.*, 10: 39-54.
- Gooding H. J., 1976. Resistance to mechanical injury and assessment of shelf life in fruits of strawberry. *Hort. Res.*, 16: 71-81.
- Gorzelany J., Kotlicka M., Matłok N., Migut D., Witek G., 2016. Assessment of selected physical properties of fresh and stored large cranberry fruit, TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 4(16): 13-18.
- Gorzelany J., Migut D., Sroka W., Matłok N., Kotlicka M. (2016) Zastosowanie testu przebicia owoców winogron odmiany Rondo do oceny stopnia dojrzałości technologicznej. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 3/4(11): 11-14.
- Grzemeski P., Bohdziewicz J., 2012. Właściwości reologiczne owoców wybranych odmian śliwy. *Inżynieria Rolnicza*, 2(137): 45-55.
- Jaroszyńska D., 1978. Metody badań własności fizycznych gumy. WNT W-wa.
- Kolowca, J., Krzysztofik, B., Nawara, P., 2006. Wpływ czasu przechowywania na właściwości reologiczne bulw ziemniaka. *Acta Agrophysica*, 7(1): 99-104.
- Kolowca, J., Złobecki A., 2012. Właściwości reologiczne wysoko uwodnionych ciał stałych pochodzenia roślinnego. *Acta Agrophysica*, 19(4): 725-736.
- Migut D., Gorzelany J., Matłok N., Kotlicka M., Kuźniar P., 2016. Ocena wybranych właściwości mechanicznych owoców żurawiny wielkoowocowej. *Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania*: 200-211.
- Monma S., Kamimura S., Yoshikawa H., 1977. Measuring textural characteristics of strawberry fruit using the Autograph and Push -Pull Gauge. *Bull. Veg. and Orn. Crops. Res. Stn. Japan., Ser B.*
- Rabcewicz J., 2013. Perspektywy mechanicznego zbioru owoców pestkowych i jagodowych, *Informator sadowniczy* 5/2013.
- Rio Segade, S., Giacosa, S., Torchio, F., de Palma, L., Novello, V., Gerbi, V., Rolle, L., 2013. Impact of different advanced ripening stages on berry texture properties of „Red Globe” and „Crimson Seedless” table grape cultivars (*Vitisvinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 160: 313–319.
- Smolarz K., 2003. Uprawa borówki i żurawiny. Wyd. Hortpress Warszawa: 182- 209.

365 FarmNet computer program capabilities in the context of databases as the foundation of 21st century farm management

Urszula Kainka⁽¹⁾, Jerzy Koronczok⁽²⁾

¹Students Scientific Circle of Market Analysis, Wrocław University of Environmental and Life Sciences.

²Agrocom Polska co.

Urszula Kainka: ukainka@gmail.com

Summary

An analysis of the capabilities of the 365FarmNet computer program was conducted in 2017. The main purpose of the study was to characterize the 365Farmnet modules as well as to evaluate the functionalities of the program in practice. The study concentrated on a way of connections between multidimensional data generated during the operation of an innovative farm. The insight of the affordability of the program for a potential 21st-century farmer was equally important. The article uses primary and secondary sources of information. The primary data came from unstructured interviews with the creators of the described program and also from the authors' own experience in practical use of the program on an actually functioning farm. The secondary data came mainly from literature of the subject and from internal documents of the company offering 365FarmNet program. In order to examine the farmers' attitude to computer programs and the actual functionality of 365FarmNet, a survey was conducted among farmers. Based on the research, it can be stated that farmers are positively considering the solution of computer software. 365FarmNet has enough modules built in. Its functionality confirms the positive results of the survey.

Keywords: agriculture, databases, farm management, computer program for agriculture.

Możliwości programu komputerowego 365FarmNet w kontekście baz danych jako fundamentu zarządzania gospodarstwem rolnym XXI wieku

Streszczenie

Analiza możliwości programu komputerowego 365FarmNet została przeprowadzona w bieżącym roku. Głównym celem badania było scharakteryzowanie modułów programu 365Farmnet, a także ocena funkcjonalności programu w praktyce. Badanie skupiono na sposobie powiązania wielopłaszczyznowych danych generowanych podczas funkcjonowania innowacyjnego gospodarstwa rolnego. Równie ważne było rozeznanie przystępności programu dla potencjalnego rolnika XXI wieku. W artykule wykorzystano pierwotne i wtórne źródła informacji. Dane pierwotne pochodziły z wywiadów nieustrukturyzowanych z twórcami opisywanego programu oraz z własnych doświadczeń wynikających z praktycznego użycia programu w rzeczywistości funkcjonującym gospodarstwie rolnym. Dane wtórne pochodziły głównie z literatury przedmiotu oraz z dokumentów wewnętrznych firmy oferującej program 365FarmNet. W celu zbadania stosunku rolników do programów komputerowych oraz rzeczywistej funkcjonalności programu 365FarmNet, przeprowadzono ankietę wśród rolników. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że rolnicy pozytywnie rozpatrują rozwiązanie jakim jest oprogramowanie komputerowe. Program 365FarmNet ma wystarczająco rozbudowane moduły. Jego funkcjonalność potwierdzają pozytywne wyniki ankiety.

Słowa kluczowe: rolnictwo, bazy danych, zarządzanie gospodarstwem rolnym, program komputerowy dla rolnictwa.

1. Introduction

With the introduction of a free market in Poland in the 1990s, Polish economy was reorganized. In 2004 Poland entered the European Union. Agriculture, as the main sector of this country's economy had to be modernized and become more efficient to face the competition of Western countries in the new, wider market. In the past dozen or so years, many innovations have emerged. The greatest progress can be seen in precision agriculture.

Onboard computers position the machine by satellite navigation and are able to carry out variable dosing of fertilizers. Harvesters record the yield. The fields are mapped both in terms of abundance and the degree of soil consistency (Doruchowski 2008). The size of hunting damage can be determined from a bird's eye view. The above - mentioned innovations are only part of what the 21st century agriculture may offer. In the era of digitalization, data is generated at every step and one recorded information is the characteristic feature of the farm. The way to succeed is to organize, control and analyse these collected data.

2. Material and methods

The aim of the work is to characterize and analyze the possibilities of computer program applications on the example of 365FarmNet. The subject of the research was Polish version of 365FarmNet - owned by the German company 365FarmNet, seat in Berlin. The analysis was conducted in respect of the following issues:

- I. Practicality of use
- II. Creating a database
- III. Documentation methods
- IV. Analytical possibilities
- V. Information provided from the outside
- VI. Data safety
- VII. Cost
- VIII. Support

The article uses primary and secondary sources of information. The primary data came from unstructured interviews with the creators, traders of the described program and also from the authors' own experience in practical use of the program on an actually functioning farm. In addition, questionnaire inquiry was carried out. It had nature of survey (Stachak 1997) and it was using computer support among farmers. Respondents were asked about the overall interest in computer programs for agriculture, and also about the evaluation of 365FarmNet (this part was only filled in by people who already knew this program). For the questionnaire was used a specially designed questionnaire with closed and semi-open questionnaire. The secondary data came mainly from literature of the subject, the internet website <https://www.365farmnet.pl/> and from internal documents of the company offering 365FarmNet program.

3. Results

The survey was carried out in April 2017 through an Internet channel. Respondents were chosen in a targeted manner, because only farmers could be chosen. In total, 91 people responded, of which 16 people used 365FarmNet and only those respondents rated the app. Based on the answers obtained, the results shown below were developed. The first part of the questionnaire was used to characterize the study group. The majority of respondents are men (70%) and women (30%). Looking at the age structure, the number of people was 26 years old (64.4%), between 26-35 years old was 15.6%, 36-39 years old group was 13.3%, and people over 45 years was 6, 7%. The selected farmers in 44.4% represented only farms with plant production, and 13.3% with farms with a high prevalence of livestock production, while the remaining 42.2% were farmers from mixed farming. The next part of the questionnaire was related to the general questions related to computer programs to support farm management (Fig. 1 – 2).

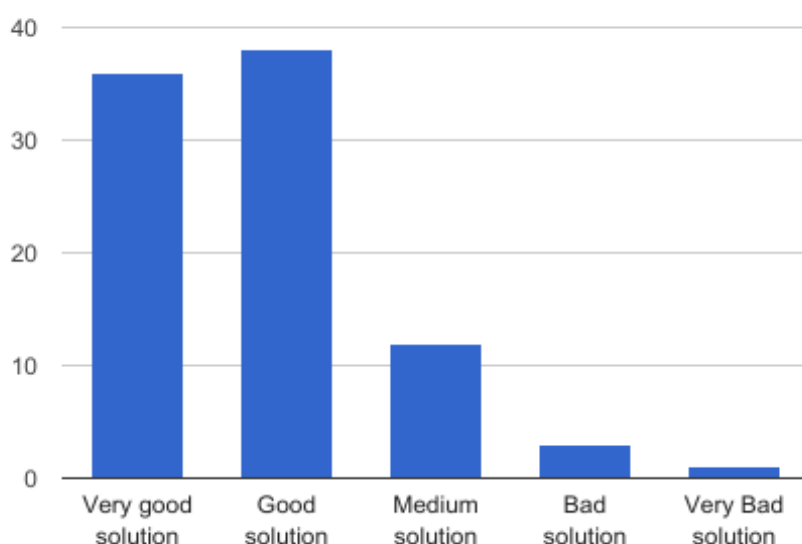


Fig. 1. The answer to the question: do you think the use of computer programs supporting farm management is a good solution?

Source: own elaboration

The vast majority of respondents described computer programs as a good and very good solution for facilitating farm management (Fig. 1). Even so, half of the respondents admitted that there was no experience with a program of such use. 31.1% of respondents are active users of any computer programs. 17.8% are active account holders in 365Farmnet (Fig. 2).

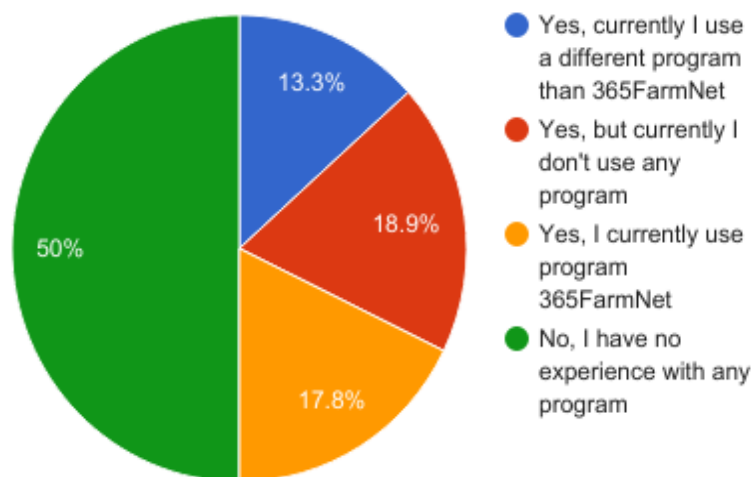


Fig. 2. The answer to the question: do you have any experience in handling such programs?
Source: own elaboration.

The last part was devoted to opinions about 365FarmNet experience (Fig. 3, 6, 7, 9). They will be presented and discussed during the characterization of each of the eight components listed in the Materials and Methods chapter.

I. Practicality of use

365FarmNet is an online platform, where a user creates a personal account, protected by login (email address) and password. A farmer hiring an employee can create additional access to the account selecting the scope of disclosed data. The use of the program is closely related to the Internet access as the entered data is stored in the Cloud. This is a positive aspect as the user can use the program remotely from a personal computer. An alternative in case of no internet access is a mobile version on a smartphone or tablet. This is a simplified form of the platform, with the ability to work both online and offline. An account on the 365FarmNet platform can be used by the owner but also by third parties with additional access to the account. For the use, the practical organizing of the program is quite important. The comfort of work is influenced by: the colouring of the program elements (Fig. 4.) and the presentation of some of the selection options in the form of icons. The program is intuitive, which consists in, among other things, the arrangement of content in bookmarks and the ability to filter columns. Data is summarized using charts and various calculations. Multichannel access to the same sample data enables cross-validation of the correctness of records. The overall rating of 365FarmNet is very positive, as more than 90% indicates that it is easy to use (Fig. 3).

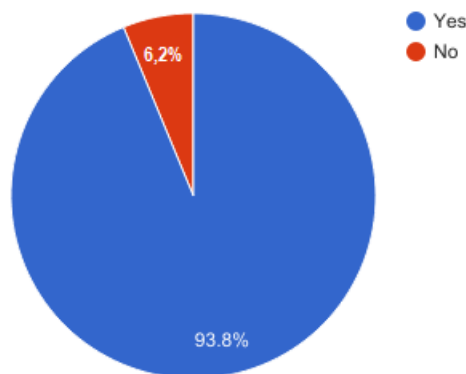


Fig. 3. The answer to the question: is the program 365FarmNet easy to use?
Source: own elaboration.

II Creating a database

The basis of using this computer program is the introduction of detailed information on the most important areas of the means of production. This is the foundation of later created documentation. There are three ways to enter data into 365FarmNet:

a) Manual input - consists of entering manually each data relevant to the user. This method applies to most department (Fig.4.).



Fig. 4. A screen shot of the modules of databases entered manually

b) File loading – this method is combined with module “Fields” , and it allows to enter field boundaries by importing three files with extensions: .shp (contains the geometry of the object), .shx (allows for quick search of data), and .dbf (contains attribute data). You can also add a .prj file. (it provides information about the coordinate system and mapping), whereas the lack of the file does not interfere with operation. The user is instructed by the program during the entire operation of importing field borders. (Fig. 5.).

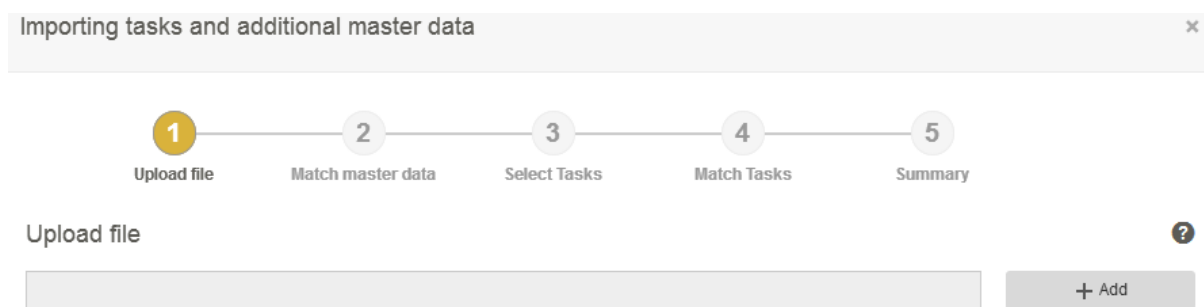


Fig. 5. A screen shot of the instruction appeared during importing tasks and additional master data

c) Automatic update - this data entry method applies to the following modules: Fertilizers, Plant Protectant, Crops. Data is entered and updated automatically by 365FarmNet company. This directly affects the user's time savings. What is more, it makes the user work on up – to – date data. More than 90% of respondents said that the automatic update was helpful (Fig. 6).

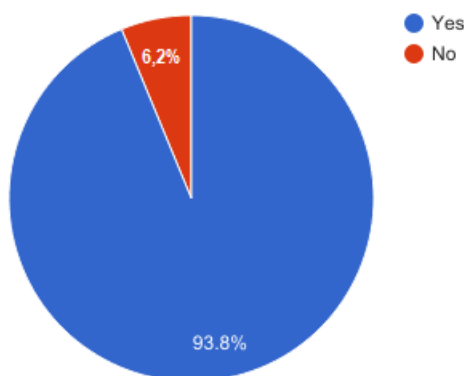


Fig. 6. The answer to the question: Is updating the database for fertilizers, plant protection products and varieties helpful?

Source: own elaboration.

III Documentation methods.

Documentation is a basic activity performed by a user on a given day of work. For this reason, the ease and intuition of record creation is a significant factor influencing farmers' willingness to use farm management programs. According to the poll, 81.3% of users surveyed said that creating documentation in 365FarmNet is not complicated (Fig. 6).

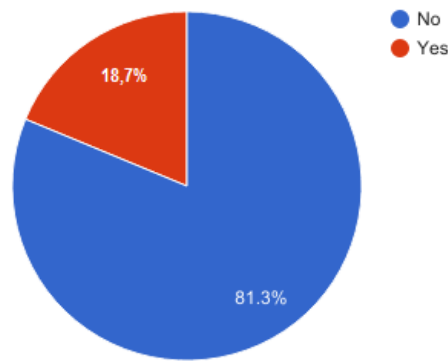


Fig. 7. The answer to the question: is documentation of 365FarmNet complicated?

Source: own elaboration.

365FarmNet offers several ways of registration field activities. Above all, both the account owner and an employee can note down those activities. Records are created according to database created at the beginning of the program use, as described in point II. Every recorded action is placed in "Document" section. They are segregated according to their status into four separate tabs. The basic way of documenting is entering a task manually on the main portal having access to the Internet. In order to create a task, the user selects the "Operations" tab from the main menu, and then decides whether the task concerns crop cultivation or cattle. Then, the user goes to the documentation shown in Figure 3 and clicks on "+ more operations". Then, the program displays several icons representing the nature of the task performed on the field, for example, "Soil Cultivation", "Harvest", "Sowing", "Fertilization". By selecting one, the person goes to the final booking shown in Figure 3.

Manage Plan Document Analyze Shop Maps Calendar

Booking Operations Cancel Plan Book

Tillage

Time range 17/04/2017 ☒ All day

Field

Enter the field name/field type. + Advanced

Product

Enter the crop protection agent/fertiliser. + Advanced

Person

Enter the name of person. + Advanced

Machine

Enter the machine name/machine type. + Advanced

Notes

Fig. 8. A screen shot of sample documentation

For each line data should be selected from the created database, corresponding to the recorded task. The "select" icon is used to speed up selection by filtering, allowing the selection of several options at once. For personal remarks there are notes, but when booking the use of plant protection products, the Cross Compliance in the "Analyze" section is an "indication" of the procedure. After completing the selected gaps, the documentation can be recorded or scheduled. Depending on the chosen status of the activity and the way of writing, the documents are separated by four tabs. For the "scheduled" items, the already made task goes to the first tab "Planned" as the task is recorded but not completed. Each of the lines here can be exported as ISO-XML files via the USB port to an onboard computer of a tractor (a record is moved to the "Sent" tab). The exported file may contain master data, field boundaries, and AB lines to the ISO terminal. -XML (v2.1) (or any other, specific to machine manufacturer). After completing the task, the files from both the first and second tabs must be moved to the "Booked". Documentation can also be created using the mobile version, which is limited to "Documentation", "Field File" and "Weather". However, when it comes to booking, this mobile version gives more opportunities than the basic version. The most important advantage is the availability both online and offline (after connecting to the internet, documentation is automatically put into the program). Moreover, when selecting the fields, you can give to calculation either the whole area or a part of it (25%, 50%, 75%, 100%). The third additional convenience is the ability to enter the sprayer data needed for the production of utility liquid. As for the duration of this operation, it can be introduced on a regular basis using the built-in stopwatch. The rest of the booking process is similar to the main portal on deduction. The prepared documentation goes to the tab "Received". The third method of booking in 365FarmNet is to import ISO-XML files via USB. This documentation method is dedicated to users having tractors with on-board computers. The files generated by these devices are called TASKDATA.xml. This file can be imported to 365FarmNet. Then it goes to the "Received" tab. The fourth method is booking with 365ActiveBox application. This module is currently under development by 365FarmNet. At the 22nd International Fair of Agricultural Techniques in Kielce, a prototype of a device cooperating with 365ActiveBox application was presented. This is a small box attached to a machine and to older tractors without an on-board computer. It is designed to automatically select a machine and a person to documentation when performing a task by an employee. The second option provided is time measurement.

All documentation, booked in any way, after completion eventually go to the most comprehensive tab called "Booked". At this point they are independent of the database, which means that any changes in basic information do not modify the booked documentation. Based on them, the files of the last part, "Analyze", are generated.

IV. Analytical possibilities.

Each chart and table helps to analyze a farm. However, a separate main menu tab called "Analyze" is devoted to a detailed description of a farm. The program offers two types of documents. The first one is Field Map. This is a correlation of a description of a plot of land with a balance of macro elements and with a comprehensive calculation of all costs incurred. In the print version, the document also includes field boundaries on the map. Field Map is the most important tool for farm management analysis. It shows the amount of earned profit or loss, and also fixes the past by creating the history of each plot of land. The second type of document is Cross-Compliance. It contains data on plant protection treatments carried out on a specific field during the harvest year. It also specifies the detailed name and type of chemical used, date of operation, person, dose and indication. Compared with Field Map, the document does not disclose the costs incurred. It is a documentation of the plant protection products used - the requirement for each professional user under the plant protection products law of 8th March 2013. The list and evaluation of the crop or the individual means of production are provided by two other icons in the "Analyze" tab, namely "Crop overview" and "Consumption".

V. Information provided from the outside.

On its home page, 365FarmNet presents information about market prices for agricultural products from SAATBAU company. Below the map, there is frequently updated weather forecast from meteorological station METEOBLUE. In the upper right corner you can find agricultural news. The information provided from the outside helps with the decision-making process in farm management.

VI. Data safety.

All user's data is stored in Germany, on ISO certified servers. The company attaches special importance to protection from unauthorized access, damage, loss, corruption or destruction of data. Each information sent is protected by encryption. That is in accordance with the basic safety standards. 365FarmNet does not share data without the user's explicit consent to third parties outside of 365FarmNet Group GmbH & Co. KG GmbH

and 365FarmNet GmbH. Actions in this respect are in accordance with the provisions of the German data protection act and the European data protection guidelines. Additionally, the company cooperates with Düsseldorf-based federal and national authorities overseeing data protection.

VII. Cost.

365FarmNet was founded in 2013. However, initially it only worked on the German market. Currently, 365FarmNet is also available in Poland. According to an interview conducted, due to ongoing work fixing the method of payment, a user has no practical ability to make payments. These works are most likely to finish by the end of 2017. The method of calculating costs and the frequency of payments is already known. The basic version will be free. It includes: database module, manual booking and previous options of the "Analyze" section. All additional modules (such as Warehouse, Export and Import of ISO-XML files, weather extension) will be priced in a Shop module. Payment for 365FarmNet will be in the form of a monthly subscription. Its height will be the sum of the costs of selected modules. Each month, the user re-chooses the departments he wants to use. Therefore, the price for 365FarmNet may vary from month to month. As of today, the whole program can be used free of charge. In the future, the introduction of the Shop module and the possibility of payment, will not violate the data entered.

VIII. Support.

365FarmNet offers assistance in implementing the program for everyday life and in solving problems at work using several tools:

- tutorial videos - these are short clips in multimedia form. They are supposed to show you step by step how to use individual modules. A voice commentary explaining the details is included in the recording.
- Polish customer service centre - operates from Monday to Friday at 08.00 - 17.00. The counselling team can be contacted in two ways: by sending an e-mail or by calling.
- Sending a ticket - this is a specific question to the support team directly from the main 365FarmNet platform. Used to solve technical problems.
- Remote Assistance - If you have problems that are difficult to solve, you can ask for practical help. 365FarmNet employee is able to remotely conduct training or make changes

to a user's computer using TeamViewer. The employee loses access to the device at the end of the session.

- Personal consultation - is possible at some agricultural fairs both in Poland and abroad. In addition to solving the doubts, this is a way to get acquainted with the novelties of the program.

93.8% of respondents said that they had access to support from software delivery staff (Fig. 9). Most likely, this is due to the variety of forms of help, whereby each user can select the corresponding option.

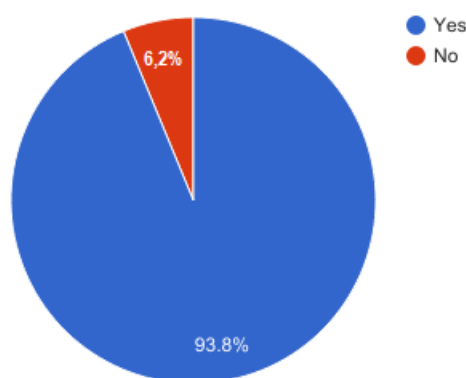


Fig. 9. The answer to the question: If you have problems using 365FarmNet, do you have access to support from your software vendor?

Source: own elaboration.

4. Discussion

Nowadays, a large percentage of farmers believe that computer programs are needed on farms, however, unfortunately, only few people actually use them (Francik 2010). With a change of generations in family farms, a share of Internet use and computer programs in the decision-making process is increasing. This is related to the Internet as the main source of information for young people. Despite the fact that farm management software generates a number of benefits, there are several issues that are obstacles to the implementation of these systems. Farmers fear that the cost of buying the program will not reimburse. Secondly, the use is apparently complicated. In addition, users doubt that the information presented in the programs is updated often enough to allow them make decisions in critical times. (Grudziński 2006; Kerr 2004).

However, Johann Wolfgang von Goethe said, "Who does not go forward, goes backwards." This quotation is particularly relevant in today's digital era. Sustainable agriculture is closely related to precision agriculture (Doruchowski 2008). Precision farming,

on the other hand, is based on digital data that needs to be sorted, juxtaposed and analysed to produce an effect. Hence, a computer program is essential for the functioning of a 21st century agricultural farm, run in a sustainable way and aimed at work optimization. However, the fundamental requirement for software is accessibility so that farmers have no doubts or fears. 365FarmNet does not cost a lot. Moreover, it is designed in an intuitive way, which improves practicality and reduces the time spent on program maintenance. Extensive support prevents the farmer from getting discouraged while encountering a problem. The analysis also shows that much of the data is updated on a regular basis, allowing the user to conduct decision-making processes based on 365FarmNet.

5. Conclusions

- A computer program is essential for the functioning of a 21st century agricultural farm, run in a sustainable way and aimed at work optimization.
- 365FarmNet fulfils the obligations of precision agriculture and is affordable to a farmer.

References

- Doruchowski G., 2008. Postęp I Nowe Koncepcje W Rolnictwie Precyzyjnym. Inżynieria Rolnicza 9 (107): 19 – 31.
- Francik S., 2010. Analiza Wykorzystywania Przez Rolników Programów Komputerowych Do Wspomagania Decyzji. Inżynieria Rolnicza 7, 125: 47 - 54.
- Grudziński J., 2006. Technologie Informacyjne W Systemach Doradczych Zarządzania Gospodarstwem Rolnym. Inżynieria Rolnicza 5: 207-213.
- Kerr D. 2004. Factors Influencing the Development and Adoption of Knowledge Based Decision Support Systems for Small, Owner-Operated Rural Businesses. Artificial Intelligence Review 22: 127-147.
- Marks N., Jakubowski T., Nawara P., 2012. Internet Jako Źródło Pozyskiwania Wiedzy Potrzebnej Do Prowadzenia Gospodarstwa Rolnego. Inżynieria Rolnicza Z. 2 (136) T. 1: 195 - 204.
- Stachak S., 1997. Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych. Książka I Wiedza, Warszawa. Wyd. I: 157 – 162.

Nitrogen fertilizers containing inhibitors in crop production

Martin Kaluża⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Izabela Gołąb⁽¹⁾, Andrea Kaluża⁽²⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾

¹Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

²Institute of Soil Science and Environmental Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Martin Kaluża: martin.kaluza@upwr.edu.pl

Summary

Plants' ability to use simple forms of mineral nitrogen and to turn it into complex proteins plays a vital role in the context of life. The insertion of nitrogen into the soil is performed through mineral and organic fertilization, and through leaving plant remains. Thanks to symbiotic bacteria (*Rhizobium*) and free-living bacteria (*Azotobacter*), nitrogen can be linked from elementary nitrogen present in the atmosphere. Mineral nitrogen in the soil is present mainly in the form of nitrate (NO_3^-), and, to a lesser extent, in the form of ammonium (NH_4^+). In the form of nitrate, nitrogen is adsorbed on the surface of the soil's particles to the minimal extent; it is very mobile, therefore prone to leaching. The direct emission of NH_3 occurs only after fertilisers containing nitrogen in the form of ammonium (NH_4^+) and containing nitrogen in the form of amide (NH_2^-), which quickly undergoes the change into the form of ammonium, are used. Nitrogenous compounds negatively affect the environment, impacting the quality of surface and underground waters, the change of the biological relations in the soil, and the pollution of the environment. Slow-release nitrogen fertilisers, specially processed mineral fertilisers, may constitute an alternative for the conventional nitrogenous fertiliser. In order to achieve the slow-release feature of nitrogen, coating of granules is applied and, at the same time, synthetic nitrification inhibitors or urease inhibitors are added.

Keywords: nitrogen, fertilizers, inhibitors, crop

Nawozy azotowe zawierające inhibitory w produkcji roślinnej

Streszczenie

Zdolność roślin do wykorzystania prostych form azotu mineralnego i przekształcania ich w białka złożone ma fundamentalne znaczenie dla życia. Wprowadzanie azotu do gleby odbywa się poprzez nawożenie mineralne oraz organiczne, a także poprzez pozostawianie resztek roślinnych. Dzięki bakteriom symbiotycznym (*Rhizobium*) oraz wolno żyjącym (*Azotobacter*) azot może być wiązany z azotu elementarnego występującego w atmosferze. Azot mineralny w glebie występuje głównie w postaci azotanowej (NO_3^-) oraz w mniejszym stopniu amonowej (NH_4^+). W postaci amonowej azot jest w minimalnym stopniu adsorbowany na powierzchni cząstek gleby, jest bardzo mobilny i dlatego podatny na wymywanie. Bezpośrednia emisja NH_3 występuje tylko po zastosowaniu nawozów zawierających azot w formie amonowej (NH_4^+) oraz zawierających azot w formie amidowej (NH_2^-), który szybko ulega przemianie do formy amonowej. Związki azotowe niekorzystnie wpływają na środowisko działając na jakość wód powierzchniowych i podziemnych, zmianę stosunków biologicznych w glebie, skażenie środowiska. Alternatywą dla konwencjonalnych nawozów azotowych mogą być nawozy o spowolnionym uwalnianiu azotu, są to nawozy mineralne specjalnie przetwarzane. W celu uzyskania powolnego uwalniania azotu stosuje się otaczanie granul jednocześnie dodając syntetyczne inhibitory nityfikacji lub inhibitory ureazy.

Słowa kluczowe: azot, nawozy, inhibitory, uprawa

1. Introduction

Molecular nitrogen (N_2) is the most common form of nitrogen in the atmosphere, while the other gaseous forms of this element appear temporarily in the environment in trace quantities (Arp et al. 2003, Pace 1997). Ionic and organic forms of nitrogen are chemical compounds necessary for maintaining life on Earth, and they constitute the main building

component of, e.g., proteins and nucleic acids (Galloway et al. 2008, Arp et al. 2007). The nitrogen originating from mineral fertilisers is included into the cycle of the transformation of soil nitrogen, whose basic element is constituted by nitrification, therefore by the oxidation of the reduced ammonium forms into nitrites (NO_2^-) and nitrates (NO_3^-) (Kenner et al. 1993, Prosser 1986). Nitrates being the final product of oxidation are the main nitrogen form assimilable by living organisms and an important factor limiting the primary production. In agriculture, nitrification may lead to losses regarding fertilisers and to the pollution of the (ground) waters with nitrogen. Due to this, fertilisers containing inhibitors among their compounds have a greater and greater practical meaning in the fertilisation of plants. Their main advantage is constituted by the increase in the efficiency of the nitrogen fertilisation of plants, the application to the soil contributing to the decrease in the nitrogenous losses, as well as by the development of the environmental conditions thanks to the decrease in the threat of releasing excessive quantities of nitrogen to underground waters and to the air (Šimka et al. 2010). Nitrification inhibitors lower the intensity of microbiological transformations of ammonium ions (NH_4^+) into nitrate ions (NO_3^-) and free nitrogen (gaseous N_2 and nitrous oxide N_2O – greenhouse gasses) in the soil. A urease inhibitor is a compound which temporarily slows down the enzymatic transformation of urea into CO_2 and NH_3 thanks to the hindering activity on the urease enzyme.

2. Nitrogen transformations in the soil

The largest quantity of nitrogen in mineral soils is present in the topsoil. The total quantity of nitrogen equals to from 0.02% to 0.035% in the plough layer of agricultural soils (Staszewski 2011). Nitrogen in the soil is a very mobile element; it undergoes many chemical transformations, including: microbial nitrogen immobilization, ammonification (this process occurs in aerobic conditions as well as in anaerobic conditions), nitrification (occurring in conditions with adequate oxygenation, adequate humidity, temperature and soil pH), denitrification (occurring in deeper or top layers of the soil), sorption (Amberger 1996). The term ‘microbial nitrogen immobilization’ is used when nitrogen is intaken by plants and micro-organisms, and then used for the synthesis of organic nitrogenous compounds. The more carbohydrates are present in the soil, the more intensive the process is. The degradation of protein and non-protein nitrogenous compounds in the soil into mineral forms, therefore: mineralisation, contributes to the formation of ammonium (NH_3) from organic compounds (ammonification). At a further stage, ammonium is transformed by nitrifying bacteria into nitrate ions. This process is based on the oxidation of ammonium into nitrite ions, and then

into nitrates which are directly intaken by plants. Instead, denitrification is a process based on the transformation of the excess of nitrates from the process of nitrification into gaseous nitrogen. We distinct true denitrification, occurring in strictly anaerobic conditions, in which nitrates are reduced to N_2 and N_2O compounds entirely escaping from the soil. Partial denitrification is a process being reverse to nitrification, in which nitrites or ammonium are formed. Partial denitrification is more common and occurs in relatively anaerobic conditions; it does not lead to losses of nitrogen. The processes of ammonification and nitrification are beneficial because there are compounds easily accessible to plants (NH_4^+ , NO_3^-) formed as their result. If ammonium is not adsorbed by the sorption complex, and the nitrate anion is not intaken by plants, they are leached from the soil profile, polluting ground waters. The process of denitrification is undesirable because nitrogen escapes to the atmosphere as its consequence (Staszewski 2011).

3. Role of nitrogen in plants

Nitrogen intaken through the plant's roots is metabolised and transported to the upper part of the plant, usually in the form of the amino group ($-NH_2$) (Pace 1997). In the upper part of the plant, the major part of amino groups undergoes the transformation into amino acids and then into proteins. Additionally, nitrogen is introduced into nucleotides, nucleic acids, vitamins, chlorophyll, etc. The role of nitrogen is also based on the stimulation of the synthesis and circulation of growth and development regulators in plants: auxins, gibberellins, and abscisic acid (Arp 2007). Certain non-protein alkaloids or amino acids are synthesised for the purpose of the protection of plants against vermin, as toxic and harmful substances. The intensity of the metabolism of nitrogen and the rate of the synthesis of proteins regulate the import of nitrogen performed by various parts of the plant. Taking into account that this compound is mobile in the plant, its greatest quantities concentrate in young parts with the highest growth rate. When the supply of nitrogen is not sufficient, nitrogen from older leaves is used for nourishing younger organs of the plant. The process of the hydrolysis of proteins in the youngest leaves of the plant back to amino acids is called proteolysis. Then, amino acids are transported to growing points and new growing leaves. Proteolysis in older leaves results in the decrease in the content of chlorophyll, so yellowing being a symptom of the deficiency of nitrogen. A further deficiency of nitrogen makes the oldest leaves turn light-green; then, from the tips, they start to become yellow. Simultaneously, the growth of the plant is curbed, and newly formed leaves are visibly smaller. The increasing deficiency of N accelerates the development and maturation of plants. The decrease in the assimilation area results in the

insufficient development of generative organs, and in the insufficient filling of caryopses and seeds, so, as follows, a decrease in plant yielding.

The excess of nitrogen in plants is caused chiefly by excessive nitrogenous fertilisation. Too great content of organic and mineral nitrogenous compounds results in the decrease in the quality of the obtained yields due to, among others, the following reasons:

- decrease in the nourishing value of green fodders due to the increase in the content of N-NO_3^- - decrease in the content of valuable exogenous amino acids in the protein,
- decrease in the content of gluten in caryopses of varieties of wheat intended for consumption (decreasing flour baking value),
- decrease in the technological quality of malting barley,
- hampered crystallisation of sucrose due to the increase in the content of amino acids in sugar beet roots.

The basic symptoms of the excess of nitrogen are as follows: dark-green colour of plants, longer vegetation, excessive growth of vegetative parts contributing to the infestation by pathogens, growing number of fusel alcohols, lodging of crops. The total quantity of N in the plant ranges from 0.5% to 3% and depends chiefly on the plant species, the part of the plant (vegetative, generative), the plant growing phase, the level of nitrogenous fertilisation, soil fertility (content of the organic substance, microbiological activity, pH, etc.) (Keener 1993).

4. Fertilisers with inhibitors

In the world's agriculture, urea is the most commonly used fertiliser, so it should be used in the most effective way possible; especially given that it is not an ideal fertiliser regarding the nitrogenous nourishment for plants in comparison with calcium ammonium nitrate (CAN), ammonium nitrate (AN), and others, such as Ammonium sulphate nitrate (ASN). However, it has many advantages, including the lowest cost of 1kg of N; it is also easy to transport, to store, and to apply. The leading position of urea on the world's market of nitrogenous fertilisers is a result of low costs of its production and of the high content of nitrogen (46% N). Great losses of nitrogen in the form of ammonium (NH_3) constitute the main disadvantage of urea as a nitrogenous fertiliser (Basten et al. 2005). Expressed as a percentage regarding the applied N, these losses may reach from 20% (Bund 2001) even up to 47% (Watson 2005). On grasslands, these losses may reach 50% and more of the quantity of the applied ammonium (Amberger 1996). The greatest losses of ammonium occur in arable

soils with the pH above 7.0 (Basten et al. 2005). An alkaline environment, when the fertiliser contacts the soil, is formed during the application of urea due to hydrolysis. (Bundy 2001).

The main inhibitors of nitrification are as follows: Nitrapyrin and Dicyandiamid (DCD). Results of the majority of the studies having been carried out so far and which have regarded the application of nitrogenous fertilisers containing nitrification inhibitors point out that their application to the soil, in comparison with the traditional mineral or organic nitrogenous fertilisers, has a beneficial impact on the decrease in the losses of nitrogen. The increase in the growth of plants is their directly visible effect (through the increase in the availability of N) (Merino et al. 2002). The effects of the application of fertilisers of this type are greater on soils which are microbiologically active (high enzymatic activity) and where the risk of the losses of nitrogen through leaching and denitrification is high. N-(n-butyl)thiophosphoric triamide is the most known urease inhibitor; its abbreviation is as follows: NBPT (Šimka 2012). NBPT is a component of fertilizer urea which temporarily slows down its enzymatic transformation due to the inhibition of the activity of urease. The urease inhibitor blocks the transformation of urea into ammonium during the period of between one and two weeks (Trenkel 1997). The decrease in the risk associated with the losses resulting due to its evaporation constitutes the main advantage of the blockade of this process. The introduction of the urease inhibitor into urea or a fertiliser containing urea will prevent or delay the transformation of amide nitrogen into ammonium nitrogen. It is especially beneficial on soils in which the losses of ammonium from the applied urea are significant, where the incorporation of the fertiliser into the soil is hampered or impossible due to drought (Watson 2005). Bovine and dairy farms, where bovine excretions constitute the main source of the emission of ammonium, are becoming an important and relevantly new field of the use of urease inhibitors. (Leinker et al. 2005). Usually, between 60% and 80% of nitrogen from excretions is subject to losses; due to the leaching of nitrogen, or due to the escape of ammonium (Varel et al. 1999). The escape of ammonium originating from bovine or porcine excretions contributes to the formation of odours; it has a negative effect on the environment and constitutes a loss of valuable nourishing substances (Amberger 1996, Watson 2005). The application of urease inhibitors, added to urea or RMS, increases the effectiveness of those fertilisers, decreases the escape of ammonium in the cases of the surface application on arable lands and grasslands, and lowers the toxicity of urea towards seeds (Kincheloe et al. 1996). Urease inhibitors give farmers a greater flexibility in the application of urea or RMS leading to the minimisation of the losses due to escaping. They

also give more possibilities associated with the selection of the period of the nitrogen application (Weber et al. 2004b).

The increase in the size of the yield is insignificant if urea is used with an inhibitor on soils being very rich in nitrogen (Edmeades 2004). In accordance with the studies which have been carried out, it is believed that the application of urea with an inhibitor may have a phytotoxic effect, e.g. tip burns (Watson 2005). In the studies of Šimka et al. (2012), it has been proven that the autumn application of stabilised nitrogenous fertilisers turned out to be very beneficial. The plants of rape on which the fertilisation with nitrogen was performed in autumn were yielding more (approx. by $0.3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, i.e. approx. by 8.1% more). The effectiveness of the autumn application of nitrogenous fertilisers is directly proportional to the length of the autumn vegetation of rape. In the case of a later occurrence of the winter dormancy period of the plants of rape, the application of stabilised nitrogenous fertilisers takes on a greater significance for gaining high yields of seeds. The gradual release of nitrogen available for plants and, simultaneously, the decrease in the losses resulting from leaching it from the soil or from its escape to the atmosphere, constitute an advantage of fertilisers of this type.

5. Summary

In modern times, we strive to achieve the most efficient use of nutrients introduced into the soil through mineral or organic fertilisers. Excessive amounts of nitrogen lead to losses in the element in the gaseous form (to the atmosphere) and in the form of nitrates (to ground and surface waters), which constitutes a financial loss and poses an ecological threat. Due to this fact, the limitation of the movement of nitrogenous fertilisers to deeper layers of the soil profile as far as ground waters and the prevention of the escape of ammonium to the atmosphere has ecological advantages as well as agronomic advantages. Along with lead compounds, cadmium compounds, and sulphur compounds, nitrogen compounds, including nitrates and nitrites, are included in the group of the most dangerous factors which, through the environment, may negatively influence human and animal health (Manahan 2016). The doses of nitrogenous fertilisers should correspond with the nourishing needs of plants, considering the quantity of nitrogen being released, originating from natural fertilisers, atmospheric precipitation, and biologically bounded. Slow-release nitrogen fertilisers, specially processed mineral fertilisers, may constitute an alternative for the conventional nitrogenous fertiliser. In order to achieve the slow-release feature of nitrogen in the process of

production, coating of granules is applied and, at the same time, synthetic nitrification inhibitors or urease inhibitors are added.

References

Amberger A. 1996. Pflanzenernährung (Plant Nutrition). 4th Edition. (German) Uni-Taschenbücher 846, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

Arp D.J., Chain P.S.G, Klotz M.G. 2007. The impact of genome analyses on our understanding of ammonia-oxidizing bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.*, 61: 503-528.

Arp D.J., Stein L.Y. 2003. Metabolism of inorganic N compounds by ammonia-oxidizing bacteria. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.*, 38: 471-495.

Basten M., Brynildsen, P. and v. Belzen, R. 2005. Stabilized urea for enhanced nitrogen use efficiency. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.

Bundy L.G. 2001. Managing Urea-Containing Fertilizers. 2001 Area Fertilizer Dealer Meetings, University of Wisconsin-Madison.

Edmeades D.C. 2004. Nitrification and Urease Inhibitors – A Review of the National and International Literature on their Effects on Nitrate Leaching, Greenhouse Gas Emissions and Ammonia Volatilisation from Temperate Legume-Based Pastoral Systems. Environment Waikato Technical Report 22.

Galloway J.N., Townsend A.R., Cai Z.C., Sutton M.A. 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, potential solutions. *Science* 320: 889-892.

Keener W.K., Arp D.J. 1993. Kinetic studies of ammonia monooxygenase inhibition in *Nitrosomonas europaea* by hydrocarbons and halogenated hydrocarbons in optimized whole-cell assay. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59: 2501-2510.

Leinker M., Reinhardt-Hanisch A., Hartung E., von Borell E. 2005. Reducing Ammonia Emissions by Using Urease Inhibitors. *Landtechnik* 6.

Manahan E. Stanley. 2016. Toksykologia Środowiska. Aspekty chemiczne i biochemiczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Merino P., Estavillo J.M., Gracioli L.A., Pinto M., Lacuesta M., Munoz-Rueda A., Golcov A.A. 1983. Рапс и сурепица. Moskva. Rusko.

Pace N.R. 1997. A molecular review of microbial diversity in biosphere. *Science* 276: 734-740.

Šimka J., Mikšík V., Bečka D., Vašák J., Zukalová H. 2012. Importance of autumnal application of nitrogen and stabilized nitrogen fertilizers in winter rapeseed nutrition (*Brassica napus* L. convar. f. *napus biennis*). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXXIII, 89-97.

Staszewski Z. 2011. Azot w glebie i jego wpływ na środowisko. *Zeszyty Naukowe - Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska* Nr 4. 50-58.

Trenkel M.E. 1997. Improving fertilizer use efficiency – controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Ed. by IFA. Paris, ss. 157.

Varel V.H., Nienaber J.A., Freetly H.C. 1999. Conservation in cattle feedlot waste with urease inhibitors. *Journal of Animal Science* 77 (5).

Watson, C.J. 2005. Urease inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers, Frankfurt. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.

Weber A., Gutser R. and Schmidhalter U. 2004b. Effect of New Urease Inhibitors on Gaseous N Emissions (NH_3 , NO_x , N_2O) Following Surface Application to Arable Soil. In: A. Weiske: Greenhouse Gas Emissions from Agriculture – Mitigation Options and Strategies, Proceedings, International Conference, February 10-12, 2004, Leipzig, Germany, pp. 271-272.

Past, present and future of oilseed rape cultivation

Martin Kaluża⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Izabela Gołąb⁽¹⁾, Andrea Kaluża⁽²⁾, Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾

¹Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

²Institute of Soil Science and Environmental Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Martin Kaluża: martin.kaluza@upwr.edu.pl

Summary

Winter rapeseed is a highly useful plant which repays with high and valuable crops of seeds, although it also requires a very good knowledge on the part of producers. The dynamic progress of rapeseed cultivation in Poland and in other countries was caused mainly by a great improvement in farming. Because of that phenomenon the quality of rapeseed seeds definitely improved, both as for the material for fats and feed industry. The process of improving rapeseed seeds began with introducing its variants with reduced content of erucic acid (low erucic). The next stage constituted the beginning of farming low glucosinolate variants of rapeseed, using a genetic source of low glucosinoleness. In the rapeseed seeds gained as a result of the described process, the content of erucic acid in the seeds was reduced from about 50% to <0,2%, and the glucosinolates' content from 170 to 15 $\mu\text{M/g}$ fatless weight of seeds, thanks to what the nutritional worth of rapeseed meal as a protein feed was improved. Currently, the biggest challenge for rapeseed producers is the withdrawal of the use of active ingredients of the neonicotinoids group and the lack of alternatives if it comes to plant protection from autumn pests. In relation with the studies carried out and that show potentially damaging influence of those chemical substances of bees and other pollinators, in 2013 European Commission introduced a document banning the application, introducing to the market or sowing seeds of bees-attractive plants dressed with those substances, including rapeseed seeds in all countries in the European Union.

Keywords: rapeseed, perspectives, oil plants, biofuels, fats

Przeszłość, terażniejszość oraz przyszłość uprawy rzepaku

Streszczenie

Rzepak ozimy jest rośliną wysoce użyteczną, która odwdzięcza się wysokimi oraz wartościowymi plonami nasion, jednak wymaga ona dużej wiedzy od producentów. Dynamiczny rozwój uprawy rzepaku w Polsce i w innych krajach spowodowany był w znacznej mierze olbrzymim postępem, jaki dokonał się w dziedzinie uprawy. Dzięki niemu jakość nasion rzepaku została zdecydowanie polepszona, zarówno jako surowca dla przemysłu tłuszczowego, jak i paszowego. Proces ulepszania nasion rzepaku rozpoczęto od wprowadzenia odmian o obniżonej zawartości kwasu erukowego (niskoerukowych). Kolejnym etapem było zapoczątkowanie hodowli odmian niskoglukozynolanowych rzepaku wykorzystując genetyczne źródło niskoglukozylanowości. W otrzymanych nasionach rzepaku zawartość kwasu erukowego w nasionach zredukowano z około 50% do <0,2%, a zawartość glukozynolanów ze 170 do 15 $\mu\text{M/g}$ beztłuszczowej masy nasion dzięki czemu poprawiona została wartość żywieniowa śruty rzepakowej jako paszy białkowej. Obecnie największym wyzwaniem dla producentów rzepaku jest wycofanie substancji aktywnych z grupy neonicotynidów oraz brak alternatyw w ochronie roślin przed szkodnikami jesiennymi. W związku z przeprowadzonymi badaniami naukowymi wskazującymi na potencjalnie szkodliwe oddziaływania tych substancji chemicznych na pszczoły i inne owady zapylające Komisja Europejska w 2013 r. wprowadziła obowiązujący we wszystkich państwach UE zakaz stosowania i wprowadzania do obrotu oraz wysiewu zaprawionych nimi nasion roślin atrakcyjnych dla pszczół, w tym m.in. nasion rzepaku.

Słowa kluczowe: rzepak, perspektywy, rośliny oleiste

1. Introduction

Among more than 200 oil plant species cultivated in the world only a small part has got a greater economic importance for the production of vegetable fats. The group includes: palm trees (oil and coco), soy, sunflower, rapeseed, peanuts and olive tree (olive). A significant mass of oil material is provided by seeds of: cotton, flax, sesame, castor bean

(*Ricinus Communis*), safflower achenes and corn sprouts. An annual production of oil plants worldwide exceeds about 490 millions of tons, including their annual stock before harvest about 15%. Rapeseed seeds constitute 15% of the annual harvest of oil plants' seeds (Rosiak 2014). Farmers that cultivate oil plants create a resource base for oil industry. In Poland there exists mainly the cultivation of: winter and spring rapeseed, oil flux, sunflower, poppy and charlock. The rapeseed crops constitute now more than 99% of oil plants and are still growing in numbers. The rest of oil plants, with a lower yield potential constitute only a supplement for rapeseed harvests. The latter phenomenon is caused by the quality of oil produced from other than rapeseed oil plants (oil flux, sunflower) or the way their seeds are used (poppy, charlock). Polish oil industry bases on national production of oil plants' seeds and the imported seeds are a supplement (Kapusta 2011). The Brassica variant includes both oil plants and vegetable plants. Among oil plants, whose seeds are the main source of oil, rapeseed plays the biggest part, for it includes spring and winter variants (*Brassica napus*). The beginnings of rapeseed cultivation were noted about 4 thousand years ago, and currently it is being used in bigger amounts in food and industry. The development of rapeseed cultivation in Europe started in XVIII century and the first rapeseed farm in Poland was established yet before WWI. That historical period provided three variants of rapeseed: Karlikowaty (pygmy), Olbrzymi Późny (giant late) and Powiślański (The Polish-sounding names of this and of the other following variants of rapeseed come from names of corresponding Polish cities and towns). During the interwar period there appeared such variants as: Bydgoski, Łęcki, Nadwiślański, Poświęcki, Putra. But after WWII the production of winter rapeseed and rapeseed oil grown significantly and Poland became one of the leaders introducing nine variants into the market until 1969: Górczański, Skrzyszowicki, Koszaliński, Oleski, Sobótkowski, Warszawski, Bronowski, Młochowski, Mazowiecki (Bartkowiak-Broda 2002). In the sixties there started a new epoch for rapeseed plants cultivation, which was caused by genetic, farming and agro-technical studies. The reason for the intensive studies on the opportunity for the improvement of quality properties of rapeseed was a big content of oil and proteins in seeds, respectively: 43% of oil and 21%-24%.

2. Rapeseed cultivation in Poland

Right after soy, rapeseed is one of the most important oil plants in the world. In Poland rapeseed is the only oil plant cultivated and transformed on a big scale and in the area of oil plants cultivation it constitutes 95% - 97%. Since the sixties (twentieth century) the area of rapeseed cultivation in Poland has been growing systematically, contributing to a situation in

which Poland has become one of the biggest producers of rapeseed seeds in Europe. No other plant in the country has ever made such an intensive progress as rapeseed has. A special attention should be paid to the transformations of the cultivation area in the years: 2001 – 2003 and 2011 – 2013. During those periods the surface of rapeseed cultivation grew bigger from 436 thousand ha to 823,7 thousand, that is 88,9% bigger. Rapeseed's part in cultivation structure grew from 3,8% to 7,9% causing rapeseed's cultivation to be the main break in the monoculture of cereal crops in Poland. Frequently they are: the change in prices and the competitiveness of the crop against other plants that decide about the area of sowing. Rapeseed characterizes with a big changeability of the crop what causes a bigger income fluctuations (Jabłoński 2013).

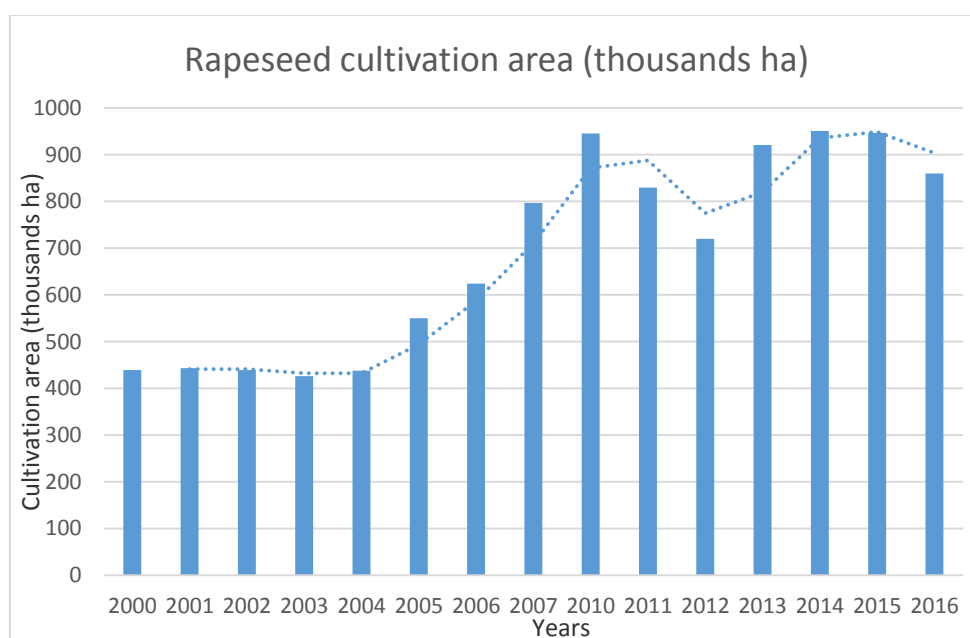


Fig. 1. Rapeseed cultivation area (thousands/ha) in Poland in the years: 1947 – 2016
Source: own elaboration basing on data from Central Statistical Office (Poland)

The biggest factor affecting the yield in rapeseed cultivation is the amount of nitrogen fertilizer used. The intensive nitrogen fertilizing contributes to a higher crop but, at the same time it affects negatively the environment, polluting groundwater with nitrates. The farm's aim is to produce the varieties that generate a big increase of a crop in a unit of applied nitrogen. The issue has already been partly solved by the farm where the plants are cultivated by the introduction of hybrid varieties which, with the application of the same amount of fertilizer, produce a bigger crop than population varieties (Batkowiak – Broda 2005). The

process caused an average crop of seeds: 33,4 dt in 2014, comparing with 6,5 dt in the sixties, hence there was a 553,1% increase in cultivating. And so, the expansion of the cultivation area is accompanied with an increase in crops (Rapeseed Market 2014).

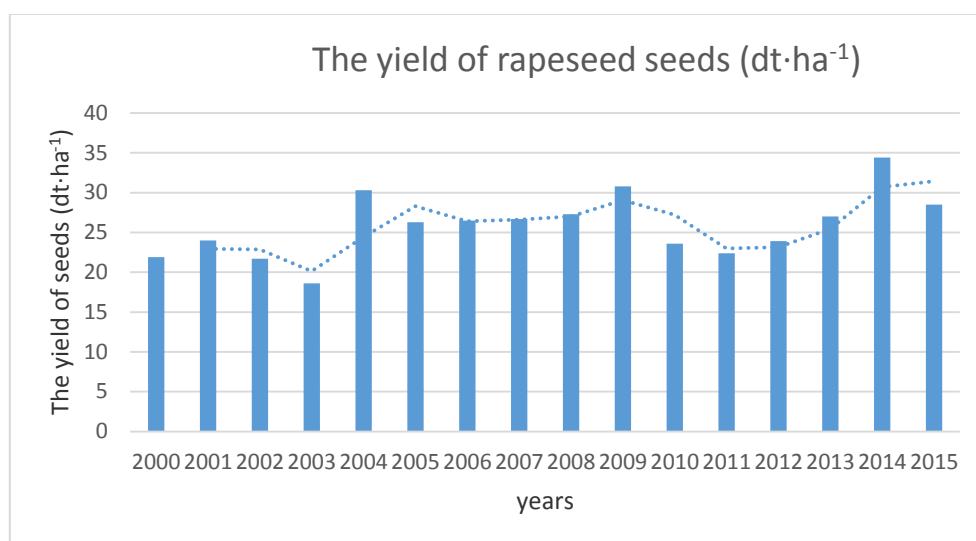


Fig. 2. The yield of rapeseed seeds (dt/ha) in Poland in the years: 2000 – 2015
Source: own elaboration basing on data from Central Statistical Office (Poland)

The production of rapeseed in 2015 reached approximately 2700,8 thousand t and was lower than that gained in 2014 by 575,0 thousand t (by 17,6%), but higher by 578,3 thousand t (by 27,2%) than the average from the years: 2006 – 2010. The biggest rapeseed and agrimony harvest was noted in the voivodships: dolnośląskie (384,0 thousand t), wielkopolskie (362,7 thousand t), zachodniopomorskie (341,2 thousand t) and kujawsko-pomorskie (335,8 thousand t) (Rapeseed Market 2010-2015).

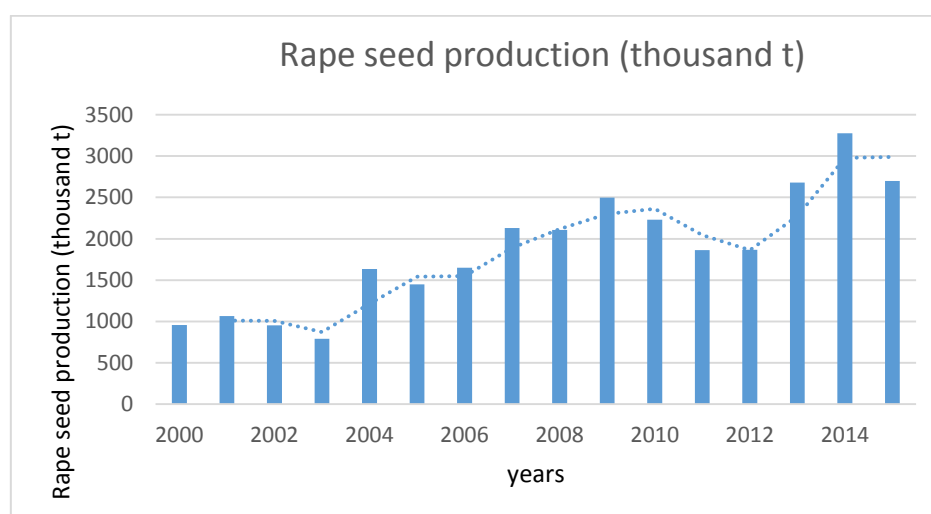


Fig. 3. The production of rapeseed (thousand t) in Poland in the years: 2000 – 2015
Source: own elaboration basing on data from Central Statistical Office (Poland)

Currently, the biggest challenge for rapeseed producers constitutes the withdrawal of the use of active ingredients of the neonicotinoids group and the lack of alternatives if it comes to plant protection from autumn pests. In relation with the studies carried out and that show potentially damaging influence of those chemical substances of bees and other pollinators, in 2013 European Commission introduced a document banning the application, introducing to the market or sowing seeds of bees-attractive plants dressed with those substances, including rapeseed seeds in all countries in the European Union.

3. The progress in farming

In Poland rapeseed is the most significant plant in the production of vegetable fats, as it is the most important oil-protein plant in the country. The success of the plant has been gained because of the long-term cultivation work which both in Poland and in the rest of the world has created a lot of cultivation variants with seeds abounding with high quality fat and protein (Rosiak 2014). The factors that limited the use of proteins and oil for comestible and feed purposes were: erucic acid and glucosinolate. The results of the experimentations have shown that high level of erucic acid in food may be the cause for inhibiting gaining weight, a weaker absorption of food, disorders in the process of blood circulation, adiposity, fibrosis and damage of cardiac muscle, pathological changes in the liver, in adrenal glands and in spleen (Muśnicki 2003). In seeds of traditional variants the erucic acid constituted about 50% of all fat acids and for this reason the rapeseed oil which has been produced from traditional variants' seeds have been claimed harmful in human feeding. So undesired in oils - erucic acid in the form of its derivatives is applied as a component of detergents, surface active agents, plasticizers and photographic materials. Moreover, the acid's derivatives are added to cosmetics and pharmaceutical products, ink, paper, lubricants, fabrics.

The feeding worth of post-extraction rapeseed meal in traditional variants was limited by sulphur compounds, called glucosinolates. Their content in the rapeseed meal reached, depending on the variant, 120–160 $\mu\text{M/g}$ of seeds. During the seeds' transformation process, with the presence of water and myrosinase enzyme which also may appear in rapeseed, glucosinolates undergo hydrolysis and create toxic isothiocyanates, **oxazolidinones, thiocyanates and nitrils** (Krzymański 1970, Downey et. al 1987). The presence of these components in animals' feed caused a worse feeding, a decrease of weight gain, disorders in iodine metabolism – a goitrogen activity, the inhibition of procreation (Muśnicki 2003).

The process of improving rapeseed – the elimination of antinutritional compounds, began with the cultivation of a variant with a lowered content of erucic acid (low-erucic or

single-zero “0”). The first low-erucic variant in the world – Wipol was noted in 1972 and four years later a Polish variant – Janpol (of a lowered erucic acid) was noted. The next stage constituted the introduction of low-glucosinolate variants of rapeseed on the market. The cultivation works of Prof. Krzymański held from 1967 gave rise to low-glucosinolate variants of winter rapeseed. In the qualitatively new rapeseed (double-zero “00”) the content of erucic acid in seeds was reduced from the level of about 50% to <5% and the content of glucosinolates from 160 to 15 $\mu\text{M/g}$ of fatless mass of seeds what improved nutritive value of rapeseed meal as protein animal feed. The currently cultivated variants characterize with the erucic acid content on a level lower than 2% and the amount of glucosinolates less than 13 $\mu\text{M/g}$ of a fatless seeds’ mass (Bartkowiak-Broda 2005).

For more than a dozen years there have been introduced hybrid variants of rapeseed in the cultivation; variants that use the effect of hybrid vigor in F1 generation in seeds’ crop. The result of such a process is a faster and richer development of a plant and bigger seed crop of about 10% - 20% comparing with population variants. Because of this we can observe a constant growth of the potential of winter rapeseed yield. For this reason the producers’ and scientists’ challenge proves to be maintaining a high potential of the potential of winter rapeseed yield, combined with the high quality of its seeds.

4. The use of rapeseed seeds

From the beginning of XXI – century the significance of oil plants is growing. These plants are used for nutritional and energy purposes and the nutritive fats that are produced from the plants are applied, mainly in edible oils production or constitute a resource for margarines production, confectionary and bakery products and canned meat (Kondratowicz-Pietruszka et al. 2013). The attractiveness of rapeseed cultivation through the last few decades was proved by the productive value of the seeds which are an important resource for the production of biofuel, consumable and industrial fats, nutritive and feed protein (Rosiak 2014, Rapeseed Market 2015).

Recent studies have proved a big nutritional and productive value of rapeseed oil, exceeding the value of other oils (Krygier 2009). What is more, rapeseed oil - a basic edible oil in Poland, stands out as the one with a beneficial content of fat acids. It contains a low amount of the negative saturated acids, a high amount of oleic acid and at the same time it contains a balanced ratio of 2:1 of the essential unsaturated fatty acids (EFA): linoleic which belongs to omega 6 family of acids to linolenic that belongs to omega 3 family of acids and also the presence of active ingredients: tocopherols, phytosterols, beta carotene and

polyphenolic compounds. Rapeseed oil should constitute a permanent element of our diet because it affects very well the activity of brain, eyes and heart and is strongly recommended for people who suffer from a high risk of cardiovascular system diseases, from obesity or overweight (Gugała et al. 2014; Krzymański et al. 2009; Narits 2010; Wroniak 2012).

The rapeseed meal is one of the most important sources of protein for the production of feed concentrates, for it includes, in its dry matter, up to 40% of protein, having a high biological value because it contains a big amount of indispensable amino acids (Kachel – Jakubowska et al. 2011). Though, a negative feature of the feed may be a high level of crude fibre and a lower energetic value comparing to soybean meal (Jost et al. 1992). A lower nutritional content of protein in rapeseed meal is caused by a weaker intestinal digestibility. A big content of fiber is the main factor limiting the use of rapeseed meal in feeding young and monogastric animals (Lipiński et al. 1994). Because of the fact that in Poland there is a limited production of the assortment for feed concentrates that may constitute valuable components for production of feed there arises a necessity for their greater importation. In the second half of the nineties, the import of high-protein resources reached 1,1 – 1,2 million t, in the years: 2002 – 2004 it exceeded 1,7 million t and in the record-breaking season of 2011/12 it reached 3,2 million t (Dzwonkowski et al. 2014). In its structure the predominant element is the soybean meal. In spite of implementing a government program called “The Improvement of National Resources of Vegetable Protein, Their Production, Marketing System and Application in Feed” and introduction of additional area fees for the cultivation of legumes and Fabaceae plants, their national production is still low and they are used mainly on farms.

Rapeseed production constitutes a developing activity of plant production. It was the European Union’s policy towards biofuels that caused such a dynamic progress of the production and processing of rapeseed. Recently there has appeared a big demand for oil plants’ seeds because of the dynamic development of biofuels globally. In the EU, according to 2003/30/EC directive, the participation of biofuels in road transport should reach the level of 10% in 2020, despite of European Parliament’s and EU Council’s decision to limit the participation of I - generation biofuels in the balance of transportation biofuels to 7% until 2020. Plant - generated products are still going to be a basic resource for the production of renewable transportation fuels. The development of the transportation biofuels’ sector in Poland is being stimulated by NCW or: National Index Target which determines the participation of biofuels in the consumption of liquid fuels. In the years: 2005 – 2015 the NCW increased from 0,5% - 7,1% and in 2018 it should reach the level of 8,5%. The increasing indicators of NCW contributed to the improvement in rapeseed production, for – in

Polish conditions rapeseed oil is the basic resource for the production of biocomponents added to diesel fuel (Chibowski et al. 2016).

5. Summary

Vegetable fats are an important component of human's diet, a renewable resource and moreover - they are used in the production of industrial oils and of fuels. Those are the properties that increase the production of vegetable fats. The increased demand for animal feeds' production in Poland concerns mainly the high-protein components that are applied in the production of high quality compound feeds. The resources of feed protein in Poland are still insufficient in relation to the high demand, especially if it comes to poultry production and swine breeding. The latter phenomenon takes place in spite of the growing import of soybean meal, because an increase of national production of high-protein resources is unlikely (Dzwonkowski, 2008). The necessity of reaching the NCW indicator's number on the level of 8,5% in 2018 and 10% in 2020 will generate an increase in biofuel production, including biodiesel. The factors that have been presented in hereby thesis should affect a greater importance of the production of rapeseed not only as an oil plant but also as a protein crop. Maybe plants' genetics will go exactly this direction and this would constitute a beneficial perspective for the producers of rapeseed in Poland.

References

Bartkowiak-Broda I., Wałkowski T., Ogrodowczyk M. 2005. Przyrodnicze i agrotechniczne możliwości kształtowania jakości nasion rzepaku. Pamiętniki Puławskie. Zeszyt 139. s. 7-25.

Chibowski P., Izdebski W., Laskowska E., Makarchuk O., Skudlarski J., Zaika S.A., Zając S. 2016. Stan i perspektywy produkcji roślin oleistych w Polsce i na Ukrainie w kontekście rozwoju sektora biopaliw transportowych. Zeszyt Naukowy Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Problemy Rolnictwa Światowego tom 16(XXXI) 2016 z. 1.

Downey R.K., Rakow G.F.W. 1987. Rapeseed and Mustard. In: Principles of Cultivar Development. Edited by Walter R. Fehr. Vol. 2: 437-479.

Dzwonkowski W., Łopaciuk W., Krzemiński M. 2008. Wpływ uwarunkowań prawnych, ekonomicznych, środowiskowych oraz zmian zachodzących na rynku światowym na rozwój rynku zbóż, roślin oleistych i wysokobiałkowych w Polsce. Ekspertyza przygotowana dla MRiRW.

Gugała, M., Zarzecka, K., Sikorska, A. 2014. Prozdrowotne właściwości oleju rzepakowego. *Postępy Fitoterapii*, nr 2, 100-103.

Jabłoński K. 2013: Poziom plonu rzepaku ozimego i pszenicy ozimej a opłacalność ich produkcji, *Roczniki Naukowe SERiA*, T. XV, Z. 3, Warszawa-Poznań-Rzeszów.

Jost M., Bracher-Jakob A. 1992. Einsatzgrenzen von 00-Rapsprodukten bei Aufzuchtferkeln. *Landwirtschaft Schweiz* 5, 6: 299-305.

Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A., Szpryngiel M., Niedziółka I. 2011. Możliwości wykorzystania odpadów poprodukcyjnych z rzepaku ozimego na cele energetyczne. *Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej*. Tom 15, nr 6, 61-68

Kondratowicz-Pietruszka, E., Białek, J. 2013. Współczesny rynek tłuszczów ze szczególnym uwzględnieniem obrotu towarowego tłuszczami roślinnymi. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Towaroznawstwo*, nr 918, 51-69.

Krygier K. 2009: Olej rzepakowy – jego wartość żywieniowa i użytkowa, *Przemysł Spożywczy*, nr 7, 17.

Krzymański J. 1997. Agronomy of *Brassicas*. Proceedings of the International Symposium on *Brassicas*. 23-27 September, Rennes, France. *Acta Horticulturae* 459: 55-60.

Krzymański, J., Bartkowiak-Broda, I., Krygier, K., Szostak, W., Tys, J., Ptasznik, S., Wroniak, M. 2009. Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda. *Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju*, Warszawa, 1-120.

Lipiński K., Tywończuk J., Lewicki C., Rapczyńska J., Sobotka W. 1994. Zastosowanie śruty poekstrakcyjnej, wycieków i nasion rzepaku odmiany Jantar „00” w żywieniu tuczników. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Zoot.*, 40: 133-144.

Muśnicki Cz. 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Praca zbiorowa Tom II, Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu. ISBN 83-89189-17-8

Narits, L. 2010. Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *biennis*). *Agronomy Research* 8 (Special Issue III), 671–686.

Rosiak, E. 2014. Krajowy rynek rzepaku na tle rynku światowego. *Zeszyty Naukowe SGGW Problemy Światowego Rolnictwa*, t. 14, z. 1, 86-96.

Rynek Rzepaku, IERiGŻ–PIB, ARR, MRiRW, 2014 nr 45.

Rynek rzepaku. Stan i perspektywy. Analizy rynkowe. Lata 2010-2015: IERiGŻ, ARR, MRiRW, Nr 39-48.

Trybała M. 1999: Produkcja i przechowywanie płodów rolniczych, Wydawnictwo AR, Wrocław s. 110.

Dzwonkowski W., Bodył M. 2014. Zmiany zapotrzebowania na białko paszowe w kontekście rozwoju produkcji zwierzęcej i sytuacji na światowym rynku surowców wysokobiałkowych. Zeszyt Naukowy Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Problemy Rolnictwa Światowego tom Tom 14 (XXIX) 2014 z. 1, 5-15.

Wroniak. A. 2012. Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6 (85), 79–92.

Ocena wpływu oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) na rozwój *Botrytis cinerea* w warunkach *in vitro* i *in vivo*

Paweł Kiedos⁽¹⁾, Barbara Wójcik-Stopczyńska⁽¹⁾

¹Katedra Ogrodnictwa, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Paweł Kiedos: Pawel.Kiedos@zut.edu.pl

Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania oregano, jako naturalnego środka hamującego rozwój *Botrytis cinerea*, patogennego grzyba powodującego szarą pleśń owoców. Materiałem badawczym było ziele *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*. W warunkach *in vitro* ocenie poddano rozdrobniony susz oraz otrzymany z niego olejek i wywar. Badanie ich aktywności wobec *B. cinerea* przeprowadzono stosując metody: krążkową dla olejku (dawka 10, 5 i 1 µl/krążek) oraz „zatrutego podłoża” dla suszu (w dawce 0,5 i 0,25%) i wywaru (w dawce 30 i 15%). W warunkach *in vivo* owoce śliwek ‘President’, inokulowano grzybnia *B. cinerea* i poddano przechowywaniu (4 tygodnie, w 5°C), stosując fumigację olejkiem. Kontrolę stanowiły owoce nietraktowane olejkiem. Po przechowaniu porównano stopień rozwoju grzyba na owocach oraz oceniono ich skład chemiczny. Stwierdzono, że w warunkach *in vitro* wszystkie badane pochodne oregano hamowały rozwój *B. cinerea*, przy czym znaczenie miała dawka i czas działania. Fumigacja śliwek olejkiem skutecznie ograniczyła rozwój grzyba na owocach i nie powodowała niekorzystnych zmian w ich składzie chemicznym.

Słowa kluczowe: oregano, olejek, wywar, susz, aktywność przeciwwgrzybiczna

Influence of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) *in vitro* and *in vivo* on growth of *Botrytis cinerea*

Summary

The aim of this work was estimation of potential use of oregano as natural agent inhibiting the growth of *Botrytis cinerea*, pathogenic fungus which causes gray moulds of fruits. The herb of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* was the material of research. *In vitro* study included the oil, dried powdered material and decoction obtained from dried oregano herb. The activity of oil against *B. cinerea* was estimated by disc diffusion method (dose of oil 1, 5 and 10 µl/disc) and activity of dried material and decoction were studied by “poisoned medium” method (dose of dried material – 0,25 and 0,5%, dose of decoction – 15 and 30%). *In vivo* research the volatile phase of oregano was used. Plum fruits cv. President were inoculated by *B. cinerea* and then they were stored 4 weeks at 5 °C. Plums untreated by oil were control material. After storage the level of fungus development on plums was compared and chemical composition of fruits was estimated. It was stated that *in vitro* all derivatives of oregano inhibited growth of *B. cinerea* but their activity was depended on dose and time of incubation. Fumigation of fruits by the oil effectively inhibited growth of fungus on plums and did not cause negative changes in their chemical composition.

Keywords: oregano, oil, decoction, dried material, antifungal activity

1. Wstęp

Botrytis cinerea to patogeniczny grzyb wywołujący chorobę roślin znaną powszechnie jako szara pleśń. Grzyb ten infekuje różne części roślin – łodygi, liście, kwiaty i nasiona, ale często atakuje owoce – winogrona, truskawki, pomidory, jabłka, powodując znaczne straty. Chemiczne fungicydy są podstawowym narzędziem używanym od lat w walce z rozwojem szarej pleśni, zarówno przed- jak i po zbiorze. Stosowanie chemicznych fungicydów jest efektywne, ale powoduje występowanie niekorzystnych zjawisk, wśród których najistotniejsze to zanieczyszczanie środowiska oraz produktów żywnościowych pozostałościami

tych środków. Jest to przyczyną zagrożeń dla zdrowia ludzi i zwierząt. Obserwuje się także rozwój odporności grzybów, m.in. wśród populacji *Botrytis*, na chemiczne fungicydy. Z uwagi na te negatywne skutki, na przestrzeni ostatnich lat nastąpił wzrost zainteresowania aktywnymi biologicznie składnikami roślin, które jako botaniczne fungicydy, mogą stanowić alternatywę dla środków chemicznych (Lopez-Reyez i in. 2010, Senhaji i in. 2014).

Przedmiotem wielu badań ukierunkowanych na identyfikację naturalnych substancji o wysokim potencjale przeciwgrzybicznym są zioła, a wśród nich oregano, czyli lebiódka pospolita (Özcan, Boyraz 2000, Kocić-Tanackov i in. 2012, Vitoratos i in. 2013). To wieloletnia olejkodajna roślina z rodziny jasnotowatych (*Lamiaceae*), należąca do gatunku *Origanum vulgare* L. Obejmuje on kilka podgatunków, spośród których największe znaczenie komercyjne mają ssp. *hirtum* (oregano greckie) i ssp. *vulgare* (De Martino i in. 2009). Skład chemiczny ziela tych podgatunków, w tym zawartość i kompozycja olejków eterycznych, jest zróżnicowany (Baranauskiene i in. 2013). Nieliczne badania porównawcze potencjału przeciwgrzybicznego tych podgatunków wskazują, że jest on większy w przypadku ssp. *hirtum* (Kiedos, Wójcik-Stopczyńska 2016 a, b). Brak jest jednak informacji, czy aktywność przeciwgrzybiczna pochodnych oregano ulega zmianie w zależności od pochodzenia ziela z kolejnych sezonów wegetacji oraz czy ich zastosowanie w warunkach *in vivo*, ma wpływ na cechy jakościowe produktów traktowanych tymi środkami. Celem pracy była ocena w warunkach *in vitro* i *in vivo*, wpływu różnych pochodnych ziela oregano greckiego (*O. vulgare* L. ssp. *hirtum*) na wzrost *Botrytis cinerea*, z uwzględnieniem zmian składu chemicznego, zachodzących w produkcie wykorzystywanym w badaniach *in vivo*.

2. Materiał i Metody

Materiałem badawczym było ziele dwuletnich roślin *O. vulgare* L. ssp. *hirtum*, których uprawę założono w 2015 r. na poletkach doświadczalnych Katedry Ogrodnictwa ZUT w Szczecinie. Ziele zebrano w początkowej fazie kwitnienia i naturalnie wysuszono (Nurzyńska-Wierdak i in. 2012). W przeprowadzonych badaniach wykorzystano sproszkowany susz (przesiew przez sito o „oczku” 0,5 mm) oraz otrzymany z niego olejek i wywar. Olejek wyodrębnilo metodą hydrodestylacji (Farmakopea Polska VIII), a wywar sporządzono gotując zawiesinę suszu (w proporcji z wodą 1:10) przez 1 h pod chłodnicą zwrotną (Özcan, Boyraz 2000). W suszu oznaczono procentową zawartość suchej masy (metodą suszarkowo-wagową), polifenoli ogółem – metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Folin-Ciocalteu (w przeliczeniu na kwas galusowy) (Modnicki, Balcerek 2009) oraz

zawartość i skład chemiczny olejku eterycznego (chromatograficznie, aparat Varian 4000 GC-MC/MS).

W warunkach *in vitro* oceną aktywności wobec *B. cinerea* objęto olejek, susz i wywar. Badania prowadzono na podłożu Malt Ekstrakt Agar (Basilico, Basilico 1999), na szalkach Petriego o średnicy 90 mm. Aktywność olejku zbadano metodą dyfuzyjną, krążkową stosując dawkę 1, 5 i 10 μl , a podłoże szczepiono zawiesiną zarodników *B. cinerea* (100 μl), którą rozprowadzano po całej powierzchni szalki za pomocą jałowej szpatułki. Zawiesinę zarodników (o stężeniu $10^6 \cdot \text{ml}^{-1}$) otrzymano z siedmiodniowej hodowli grzyba (Kocić-Tanackov i in. 2012). W ocenie aktywności suszu i wywaru wykorzystano metodę „zatrutego podłoża”, przy czym podłoże bez dodatków stanowiło kontrolę, a „zatrute” zawierało dodatek suszu (0,25 i 0,5%), lub wywaru (15 i 30%). Przy tej metodzie, podłoże szczepiono punktowo zawiesiną zarodników, o objętości 5 μl . Hodowlę zaszczipionych płytek prowadzono przez 12 dni w temperaturze 25°C. W metodzie krążkowej mierzono w mm średnicę zahamowania wzrostu *B. cinerea*, natomiast w metodzie „zatrutego podłoża” – średnice kolonii grzyba na podłożach badanych oraz kontrolnych. Na ich podstawie obliczano procent inhibicji wzrostu grzyba, według formuły: $I_{\%} = [(K-B)/K] \cdot 100$, gdzie: K – średnica kolonii kontrolnej; B – średnica kolonii badanej (Kocić-Tanackov i in. 2012).

W warunkach *in vivo* oceniono wpływ fazy gazowej olejku na rozwój *B. cinerea* na owocach śliwek ‘President’. Powierzchnię owoców nacinano jałowym ostrzem na głębokość 2 mm i umieszczano w zagłębieniu płatek grzybni *B. cinerea*, pozyskany ze strefy brzegowej 5-cio dniowej kolonii. Zainfekowane śliwki umieszczono w pojemnikach i przechowywano przez 4 tygodnie w temperaturze 5 °C, stosując 2 warianty – badany (z olejkiem, jako fumigantem, 100 μl /1 pojemnika) i kontrolny – bez fumigacji. Po przechowywaniu oceniono stopień rozwoju *B. cinerea* na owocach. Równolegle, w tych samych warunkach, przechowywano owoce nieinfekowane *B. cinerea*, traktowane i nietraktowane olejkiem (Aminifard, Mohammadi 2013). W owocach tych na początku przechowywania i po jego zakończeniu zbadano zawartość suchej masy, kwasowość ogólną, cukry ogółem oraz polifenole ogółem.

Wyniki przedstawiono jako średnią z trzech powtórzeń. Przeprowadzono analizę wariancji, wyznaczając istotność różnic między średnimi za pomocą testu Tukey’a, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

3. Wyniki

W powietrznie suchym ziele oregano greckiego, będącego podstawowym materiałem badawczym, występowało $8,98 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ polifenoli ogółem oraz 4,5% olejku eterycznego, w którego składzie dominował karwakrol (tab. 1).

Tabela 1. Skład chemiczny powietrznie suchego ziele *O. vulgare* ssp. *hirtum*

Sucha masa (%)	Polifenole ogółem ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	Zawartość olejku (% obj./wag.)	Podstawowe składniki olejku	Udział składników olejku (%)
88,36	8,98	4,50	karwakrol	79,24
			γ -terpinen	4,44
			o-cymen	3,93

Olejek, sproszkowany susz i wywar, otrzymane z ziele o powyższym składzie, wpływały w warunkach *in vitro* (Tab. 2-4) na ograniczenie wzrostu *B. cinerea*, ale znaczenie miała dawka i czas działania tych pochodnych.

Tabela 2. Wpływ olejku organowego (ssp. *hirtum*) na wielkość strefy zahamowania wzrostu *B. cinerea* w zależności od dawki (czynnik A) i czasu działania olejku (czynnik B)

Dawka olejku – A	1 μl·ml ⁻¹				5 μl·ml ⁻¹				10 μl·ml ⁻¹			
Doba inkubacji – B	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Strefa hamowania wzrostu kolonii [mm]	47,7	34,0	25,3	17,0	60,0	58,7	57,7	57,7	69,0	69,0	69,0	63,7
Średnia strefa [mm] zahamowania wzrostu w zależności od dawki	1 μl·ml ⁻¹				5 μl·ml ⁻¹				10 μl·ml ⁻¹			
	31,0				58,5				67,7			
Średnia strefa [mm] zahamowania wzrostu w zależności od czasu inkubacji	3 doba			6 doba			9 doba			12 doba		
	58,9			53,9			50,7			46,1		
NIR _{0,05}	dla czynnika A=13,340 dla czynnika B – n. i. interakcje B/A i A/B – n. i											

Olejek (Tab. 2) powodował strefy zahamowania wzrostu grzyba mieszczące się w przedziale 17,0-69,0 mm. Istotny statystycznie wpływ na średnicę strefy zahamowania wzrostu *B. cinerea*, miała dawka olejku. Przy jego aplikacji równej 1, 5, 10 μl , przeciętne średnice tych stref wynosiły odpowiednio 31,0, 58,5 i 67,7 mm, przy czym średnice stref odpowiadające dawkom 5 i 10 μl , nie różniły się istotnie. Jednocześnie stwierdzono, że wraz z upływem czasu, średnie strefy zahamowania wzrostu grzyba uległy zmniejszeniu (z 58,9 w trzeciej dobie, do 46,1 mm – w dwunastej), ale odnotowane różnice nie były statystycznie

istotne. Zwłaszcza przy dawce 5 i 10 µl/krańek aktywność olejku hamująca rozwój *B. cinerea*, utrzymywała się na stabilnym poziomie w ciągu 12 dni obserwacji.

Aktywność sproszkowanego suszu (Tab. 3) i wywaru (Tab. 4) oceniana metodą „zatrutego podłoża”, również zależała od zastosowanej dawki. Stwierdzono, że na podłożach zawierających 0,5% suszu lub 30% wywaru, wzrost kolonii *B. cinerea*, w przyjętym czasie obserwacji, był całkowicie wstrzymany. Na podłożach z dodatkiem 0,25% suszu lub 15% wywaru, odnotowano wzrost grzyba, jednak był on znacznie spowolniony w porównaniu z rozwojem na podłożu kontrolnym, na którym już po trzech dobach, kolonie *B. cinerea* osiągnęły maksymalną średnicę 90 mm. Porównanie danych tab. 3 i 4 wskazuje, że wzrost kolonii *B. cinerea* był skuteczniej ograniczany na podłożu z 15% dodatkiem wywaru, niż 0,25% suszu – w 12 dobie hodowli przeciętna średnica kolonii wynosiła na tych podłożach odpowiednio 40,0 i 58,3 mm.

Tabela 3. Wzrost kolonii *B. cinerea* na podłożu kontrolnym oraz z dodatkiem suszu z oregano

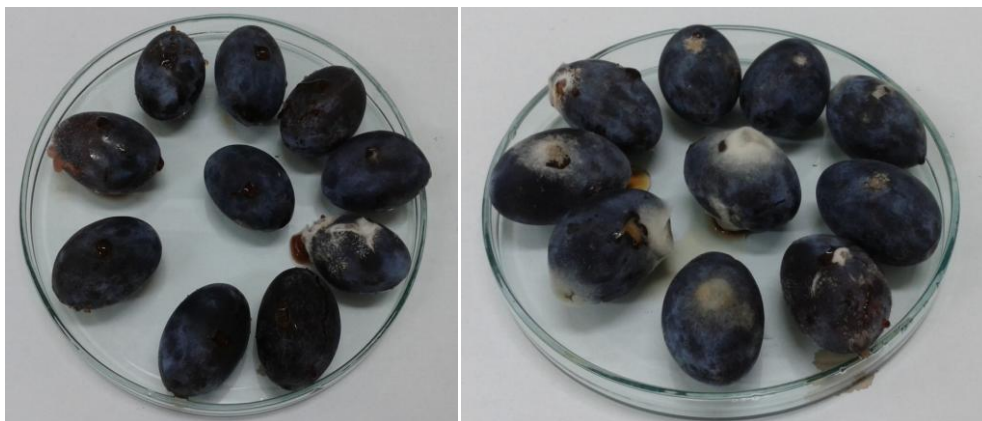
Dawka suszu do podłoża [%]	0,25				0,50			
Doba inkubacji	3	6	9	12	3	6	9	12
Średnica kolonii badanej [mm]	4,3	17,0	36,7	58,3	0	0	0	0
% inhibicji wzrostu kolonii	95,2	81,1	59,2	35,2	100	100	100	100
Średnica kolonii kontrolnej	po 3 dobach wzrostu – 90 mm							

Tabela 4. Wzrost kolonii *B. cinerea* na podłożu kontrolnym oraz podłożu z dodatkiem wywaru z oregano

Dawka wywaru do podłoża [%]	15				30			
Doba inkubacji	3	6	9	12	3	6	9	12
Średnica kolonii badanej [mm]	4,7	11,0	22,3	40,0	0	0	0	0
% inhibicji wzrostu kolonii	94,8	87,8	75,2	55,6	100	100	100	100
Średnica kolonii kontrolnej	po 3 dobach wzrostu – 90 mm							

Doświadczenie przeprowadzone w warunkach *in vivo* wykazało, że na owocach zainfekowanych *B. cinerea* i przechowywanych w atmosferze olejku, rozwój grzybni został istotnie zahamowany – odnotowano go jedynie na 20% owoców. Natomiast w przypadku owoców nietraktowanych olejkiem rozwój porażenia stwierdzono na 100% owoców (Fot. 1, Tab. 5). Wyniki oceny składu chemicznego śliwek przechowywanych w atmosferze normalnej i z oparami olejku wskazują (Tab. 5), że w owocach obu wariantów nastąpiło, w porównaniu do stanu wyjściowego, istotne obniżenie zawartości suchej masy, cukrów ogółem i kwasowości ogólnej, a podwyższeniu uległa zawartość polifenoli ogółem. Skład chemiczny owoców przechowywanych w atmosferze olejku i bez-, był do siebie zbliżony, mimo statystycznie istotnych różnic między średnią zawartością badanych związków. Owoce traktowane olejkiem, w porównaniu z nietraktowanymi, zachowały po przechowaniu więcej suchej masy i cukrów, natomiast zawartość polifenoli i kwasowość ogólna była w nich nieco

mniejsza. Wyniki wskazują zatem, że fumigacja olejkiem nie wpłynęła niekorzystnie na skład chemiczny śliwek.



Fot. 1. Rozwój *B. cinerea* na przechowywanych śliwkach traktowanych olejkiem (po lewej) i kontrolnych – nietraktowanych olejkiem (po prawej)

Tabela 5. Cechy śliwek traktowanych i nietraktowanych olejkiem oreganowym, oznaczone przed- i po

Owoce	Badane wskaźniki				
	% owoców porażonych <i>B. cinerea</i>	Sucha masa (%)	Cukry ogółem ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	Kwasowość ogólna ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	Polifenole ogółem ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)
Przed przechowywaniem	0,0	17,81	11,34	1,17	70,88
Przechowywane bez olejku	100,0	15,64	10,24	1,01	102,45
Przechowywane z olejkiem	20,0	15,81	10,52	0,98	89,54
NIR _{0,05}		0,087	0,114	0,019	9,898

przechowywaniu owoców

4. Dyskusja

Wykorzystane w badaniach powietrznie suche ziele ssp. *hirtum*, pozyskane z roślin dwuletnich, odznaczało się zawartością olejku na poziomie 4,5%, a polifenoli – $8,98 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Wartości te są znacznie większe, niż stwierdzone w roślinach jednorocznych, w których wynosiły odpowiednio 2,79% i $6,54 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (Kiedos, Wójcik-Stopczyńska 2016 b). Podobną tendencję, odnośnie rosnącej zawartości olejku w ziele oregano greckiego z kolejnych sezonów wegetacji, wykazali Karamanos i Sotiropoulou (2013). Można przypuszczać, że wysoka koncentracja substancji aktywnych, miała wpływ zwłaszcza na odnotowaną w badaniach własnych aktywność *in vitro* sproszkowanego suszu i wywaru. Stopień hamowania wzrostu *B. cinerea* na podłożach z ich dodatkiem był uzależniony od dawki – przy dodatku

0,5% suszu i 30% wywaru, wzrost kolonii grzyba był całkowicie zahamowany w ciągu 12 dni. W badaniach obejmujących materiał z roślin jednorocznych (Kiedos, Wójcik-Stopczyńska 2016 b) działanie suszu i wywaru na *B. cinerea* było słabsze, gdyż na podłożach z dodatkiem 1% suszu i 30% wywaru, wzrost kolonii był widoczny, choć w porównaniu z kontrolą ograniczony odpowiednio o 92,2 i 93,7%. Özcan i Boyraz (2000) stwierdzili natomiast, że wywar z ziela gatunku *O. vulgare* L., dodany do podłoża w dawce 5 i 10%, w ciągu 6 dni w pełni hamował wzrost *B. cinerea*, ale wraz z wydłużeniem czasu obserwacji, jego skuteczność malała. Badania własne również wykazały, że przy zastosowaniu mniejszej dawki suszu i wywaru do podłoża (odpowiednio 0,25 i 15%), wraz z wydłużeniem czasu inkubacji, wartość procentowego zahamowania wzrostu *B. cinerea*, zmniejszała się. Podobna prawidłowość wystąpiła w przypadku olejku – przy aplikacji 1 µl/krążek powodował on strefę zahamowania wzrostu grzyba, która w badanym okresie stopniowo malała (z 47,7 do 17,0 mm), ale przy dawkach olejku równych 5 i 10 µl, była istotnie większa (58,5 oraz 67,7 mm) i stabilna. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że badane w pracy susz, wywar i olejek, pozyskane z ziela dwuletnich roślin oregano greckiego, wykazywały wysoką skuteczność w hamowaniu rozwoju *B. cinerea* w warunkach *in vitro*.

W składzie stosowanego w pracy olejku dominował karwakrol. Należy on do fenolowych składników olejków eterycznych, odpowiedzialnych za wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową. Camele i in. (2012) stwierdzili, że karwakrol stosowany w stężeniu 250 ppm, wstrzymywał wzrost *B. cinerea*. Fungitoksyczny efekt olejków ma związek z synergizmem między komponentami i na ogół ich aktywność jest większa, jeśli działają w kombinacji z innymi składnikami (Lopez-Reyes i in. 2010).

Bioaktywność lotnej fazy olejków umożliwia ich stosowanie *in vivo* w charakterze fumigantów. Zastosowany w tej postaci olejek kopru włoskiego skutecznie ograniczał wzrost *B. cinerea* na winogronach (Pedrotti i in. 2017), a olejki: fenkułowy, kminkowy i miętowy, hamowały rozwój szarej pleśni na owocach śliwek (Aminifard, Mohammadi 2013). Wyniki niniejszej pracy wskazują, że bogaty w karwakrol olejek oregano greckiego, był również skuteczny, jako fumigant (100 µl/l), w ochronie śliwek odmiany ‘President’ przed rozwojem porażenia przez *B. cinerea*. Vitarotos i in. (2013) wykazali, że olejek oregano podgatunku *hirtum* (o nieokreślonym składzie chemicznym), stosowany *in vivo* w stężeniu 300 µl/l, w pełni hamował rozwój szarej pleśni na zainfekowanych zarodnikami *B. cinerea* owocach truskawek, pomidora i ogórka. Lopez-Reyes i in. (2010), aplikując w postaci emulsji olejek z ziela *O. vulgare* L., zawierający 53,89% karwakrolu, wykazali, że jego skuteczność w hamowaniu porażenia jabłek przez szarą pleśń, była zależna od odmiany owoców, stężenia

emulsji i czasu jej działania. Autorzy stwierdzili jednak, że 10% emulsja olejku wywoływała objawy fitotoksyczności na jabłkach wszystkich odmian użytych w doświadczeniu. Badania własne wykazały, że skład chemiczny śliwek przechowywanych w atmosferze olejku nie ulegał niekorzystnym zmianom w porównaniu do owoców kontrolnych. Olejek nie powodował też zmian w wyglądzie owoców. Podobne wyniki otrzymali Aminifard i Mohammadi (2013), którzy stwierdzili, że olejki miętowy, kminkowy i kopru włoskiego, zastosowane w przechowywaniu śliwek, miały pozytywny wpływ na ich cechy jakościowe i trwałość.

5. Wnioski

1. W warunkach *in vitro* olejek, sproszkowany susz i wywar, pozyskane z ziela dwuletnich roślin oregano greckiego (*O. vulgare* ssp. *hirtum*) w zastosowanych dawkach hamowały wzrost *B. cinerea* w ciągu 12 dni.
2. W badaniu *in vivo* olejek oregano greckiego powstrzymywał rozwój *B. cinerea* na przechowywanych śliwkach odmiany 'President', nie powodując niekorzystnych zmian w ich składzie chemicznym.
3. Wykazano, że ziele dwuletnich roślin oregano *O. vulgare* ssp. *hirtum* ma wysoki potencjał, jako źródło naturalnych środków przydatnych w kontroli rozwoju szarej pleśni.

Literatura

Aminifard M.H., Mohammadi S. 2013. Essential oils to control *Botrytis cinerea* *in vitro* and *in vivo* on plum fruits. J Sci Food Agric 93: 348-353.

Baranauskiene R., Venskutonis P.R., Dambrauskiene E., Viskelis P. 2013. Harvesting time influences the yield and oil composition of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* and ssp. *hirtum*. Industrial Crops and Products 49: 43-51.

Basilico M.Z., Basilico J.C. 1999. Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. Letters in Applied Microbiology 29: 238-241.

De Martino L., De Feo V., Formisano C., Mignola L., Senatore F. 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from three chemotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Itswaart growing wild in Campania (Southern Italy). Molecules 14: 2735-2746.

Farmakopea Polska VIII. 2008. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa.

Karamanos A., Sotiropoulou D. 2013. Field studies of nitrogen application on Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart) essential oil during two cultivation seasons. *Industrial Crops and Products* 46: 246-252.

Kiedos P., Wójcik-Stopczyńska B. 2106 a. Content, chemical composition and antifungal activity of *Origanum vulgare* L. essential oils. II International Conference 'Human Ecology', Szczecin 9th-10th June: 99-100.

Kiedos P., Wójcik-Stopczyńska B. 2016 b. Ocena aktywności przeciwgrzybiczej suszu i wywaru otrzymanych z ziela lebidki pospolitej (*Origanum vulgare* L.) Rolnictwo XXI wieku. Problemy i wyzwania. ISBN 978-83-945311-0-2, Wrocław 2016: 96-104.

Kocić-Tanackov S., Dimić G., Tanackov I. 2012. Antifungal activity of oregano (*Origanum vulgare* L.) extract on the growth of *Fusarium* and *Penicillium* species isolated from food. *Hem. Ind.* 66(1): 33-41.

Lopez-Reyes J.G., Spadaro D., Gullino M.L., Garibaldi A. 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo*. *Flavour Fragr. J.* 25: 171-177.

Modnicki D., Balcerek M. 2009. Estimation of total polyphenols contents in *Ocimum basilicum* L., *Origanum vulgare* L. and *Thymus vulgaris* L. commercial samples. *Herba Polonica* 55(1): 35-43.

Nurzyńska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Sowa I., Szymczak G. 2012. The composition of essential oil from three ecotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* cultivated in Poland. *Farmacia* 60(4): 571-577.

Özcan M., Boyraz N. 2000. Antifungal properties of some herb decoctions. *European Food Research and Technology* 212: 86-88.

Pedrotti C., Ribeiro R., Schwambach J. 2017. Control of Postharvest Fungal Rots on Grapes Using Essential Oil of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal of Agricultural Science* 9(4): 205-216.

Senhaji B., Chebli B., Mayad El H., Ferji Z. 2014. Antifungal activity of medicinal plants extract against *Botrytis cinerea* the casual agent of gray mold on tomato. *J. of Biology, Agriculture and Healthcare* 4(26): 141-147.

Vitoratos A., Bilalis D., Karkanis A., Efthimiadou A. 2013. Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Not Bot Horti Agrob* 41(1): 86-92.

Ekonomiczne i gospodarcze uwarunkowania produkcji roślin bobowatych w Polsce

Marcin Kozak⁽¹⁾, Anna Wondolowska-Grabowska⁽¹⁾, Małgorzata Gniadzik⁽¹⁾, Marta Katarzyna Kozak⁽¹⁾

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Anna Wondolowska-Grabowska: anna.wondolowska-grabowska@upwr.edu.pl

Streszczenie

Uprawa bobowatych od momentu wejścia Polski do struktur Unii Europejskiej nie cieszyła się dużym zainteresowaniem rolników, ze względu na dużą podaż na rynku tańszej w produkcji śruty sojowej, która w świecie jest głównym nośnikiem roślinnego białka paszowego. Areal zasiewów bobowatych grubonasiennych w Polsce był najwyższy w 1989 roku i wynosił około 400 tys. ha, po czym w kolejnych latach sukcesywnie obniżał się do poziomu 150 tys. ha w roku 2004. Obecnie jednym z głównych celów gospodarki rynkowej jest odbudowa arealu upraw bobowatych. W latach 2016-2020 wdrażany jest program pt. „Zwiększanie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju”, którego głównym celem jest zwiększanie bezpieczeństwa białkowego kraju poprzez uprawę bobowatych na cele paszowe i żywnościowe w warunkach zrównoważonego rozwoju. Jednym z głównych efektów dotychczasowych działań w tym zakresie jest zwiększenie powierzchni zasiewów bobowatych grubonasiennych w Polsce w 2015 roku do poziomu przekraczającego 403 tys. ha. Aktualnie w Polsce Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi dąży do restytucji produkcji nasion rodzimych gatunków roślin bobowatych grubonasiennych (strączkowych), jako krajowego źródła białka paszowego oraz konsumpcyjnego poprzez wsparcie programów naukowo-badawczych oraz stosowanie specjalnych płatności dla producentów rolnych.

Słowa kluczowe: rośliny bobowate, opłacalność, produkcja roślinna

Economic conditions of Fabaceae plants production in Poland

Summary

The cultivation of *Fabaceae* has not been especially popular among the Polish farmers since Poland joined the structures of the European Union. The reason was high supply of less expensive production of soybean meal which, on the world, is the main medium of fodder crops protein. The area sown with *Fabaceae* - Legume in Poland was the largest in 1989 and amounted about 400 thousand ha, while in the subsequent years the mentioned area decreased to reach 150 thousand ha in 2004. At present, one of the main aims of market economy is recovery of the area of *Fabaceae* cultivation. In the years 2016 – 2020 the program entitled “Increase in home usage of crop protein in the production of high quality animal products in the conditions of sustainable development” has been introduced. Its purposes increased protein safety in the country through cultivation of *Fabaceae* destined for fodder and as foodstuff. One of the major effects of the activities undertaken so far has been noticeable enlargement of legume - sown areas in Poland in 2015 to more than 403 thousand ha. Currently, in Poland the Ministry of Agriculture and Development of Rural Areas attempts to achieve restitution of native legumes as a source fodder protein and foodstuff of by supporting research programs as well as introduction of special payments for agricultural producers

Keywords: *Fabaceae*, profitability, crop production

1. Wstęp

Stopień opłacalności produkcji roślin bobowatych, podobnie jak innych gatunków uprawnych, związany jest przede wszystkim z poziomem ich plonowania oraz ceną skupu

nasion (Spurtacz i in. 2008, Czerwińska-Kayzer, Florek 2012). W odniesieniu do roślin bobowatych cena skupu dotyczy dostarczanej masy nasion, natomiast nie ma na nią bezpośredniego wpływu skład chemiczny nasion (Prusiński i in. 2008).

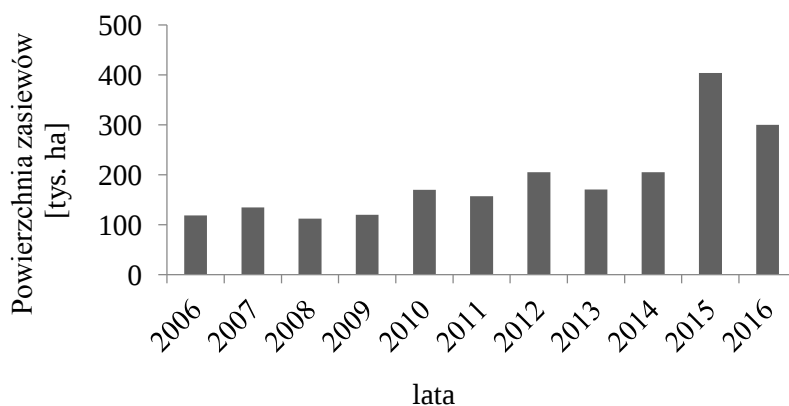
Dla zwiększającej się liczby ludności na świecie największe znaczenie mają gatunki roślin będące źródłem białka i tłuszczu (Clarke, Wiseman 2000). Rośliny bobowate stanowią także ważny komponent pasz białkowych, z uwzględnieniem dominującej konkurencyjności ze strony importowanej śruty sojowej (Brzóska 2009).

Niewielkie zainteresowanie uprawą roślin bobowatych na obszarze Polski, według Podleśnego (2005), wynika z ograniczeń o podłożu ekonomiczno - produkcyjnym, które stanowią, między innymi:

- wrażliwość na choroby,
- obecność w nasionach substancji antyżywnościowych, tj. alkaloidów, tanin czy garbników,
- większej, niż u innych gatunków uprawnych zmienności plonowania w latach, wynikającej ze znacznej wrażliwości na przebieg warunków pogodowych.

Wymienione czynniki w znaczący sposób wpływają na wysokość plonowania, co w konsekwencji determinuje opłacalność uprawy.

Od momentu, gdy Polska została członkiem Unii Europejskiej, otrzymuje różne formy wsparcia finansowego, mające na celu poprawę opłacalności produkcji rolniczej, w tym także roślin bobowatych. W 2009 została wprowadzona płatność do powierzchni roślin strączkowych i motylkowych. Uchwałą Rady Ministrów nr 222/2015 z dnia 15 grudnia 2015 roku ustanowiono program wieloletni 2016-2020 p.n. „*Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju*”, którego celem jest, między innymi, opracowanie agrotechniki roślin strączkowych. Program ten jest kontynuacją wcześniejszych działań ukierunkowanych na ograniczenie importu pasz modyfikowanych genetycznie i zastąpienie ich krajowymi źródłami białka. Dodatkowo wyniki badań będą wykorzystywane dla upowszechnienia nowoczesnych technologii upraw, uwzględniających możliwości wprowadzenia zintegrowanej produkcji rolnej. Przewiduje się, że tego rodzaju działania będą miały stymulujący wpływ na powierzchnię zasiewów roślin bobowatych w Polsce (rys. 1).



Rys. 1. Powierzchnia zasiewów roślin bobowatych (strączkowych) w Polsce w latach 2006-2016 (suma powierzchni zasiewów przeznaczonych na cele konsumpcyjne i pastewne)

Aktualnie producenci rolni decydujący się na uprawę roślin bobowatych mogą skorzystać ze specjalnej płatności obszarowej do powierzchni upraw strączkowych oraz jednocześnie realizować obowiązek "zazielenienia" w gospodarstwie. Zazielenienie jest nowym elementem w płatnościach bezpośrednich ustanowionych Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013 z dnia 17 grudnia 2013 roku, określającym przepisy dotyczące płatności bezpośrednich na lata 2014-2020. Samo pojęcie zazielenienie definiowane jest, jako płatność za praktyki rolnicze korzystne dla środowiska.

Cel niniejszej publikacji stanowi ocena opłacalności produkcji wybranych roślin bobowatych. Gatunkami wybranymi do analiz są: groch siewny pastewny, łubin żółty, bobik i soja.

2. Znaczenie roślin bobowatych

Na powierzchni kuli ziemskiej występuje ponad 8 tys. gatunków roślin należących do rodziny botanicznej bobowatych (*Fabaceae* = *Papilionaceae*). W jej obrębie wyróżniamy rośliny bobowate - motylkowate grubonasienne (strączkowe), które są przeważnie roślinami jednorocznymi, między innymi, fasola zwyczajna, soja uprawna, soczewica jadalna, groch siewny, bobik, łubin (biały, żółty i wąskolistny) oraz rośliny bobowate - motylkowate drobnonasienne (koniczyna biała, czerwona i perska, lucerna siewna, seradela uprawna, nostryk biały). Rośliny motylkowate drobnonasienne uprawiane są z przeznaczeniem na zielony nawóz i paszę. Motylkowate grubonasienne, których nasiona są bogate w białko (od 20 do 40%) stanowią surowiec dla przemysłu chemicznego, farmaceutycznego i

kosmetycznego oraz wykorzystywane są w żywieniu ludzi (Šařec O, Šařec P, Dobek 2005). Spożywcze produkty, na przykład sojowe, cieszą się rosnącym zainteresowaniem konsumentów. Na ponad pół tysiąca ankietowanych Polaków około 44% zadeklarowało spożywanie produktów na bazie soi (Rybowska 2016). Rośliny bobowate stanowią także surowiec do produkcji wysokobiałkowych pasz, dlatego wprowadzenie ich na szerszą skalę do uprawy przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa żywnościowego naszego kraju, zmniejszenia udziału roślin zbożowych w strukturze zasiewów oraz poprawy bilansu materii organicznej w glebie (Jerzak i in. 2012, Kania i in. 2016).

Już w XIX wieku dowiedziono, że rośliny bobowate mogą korzystać nie tylko z azotu w formie mineralnej lub organicznej znajdującego się w glebie, ale również mają zdolność asymilacji azotu atmosferycznego. Proces wiązania azotu atmosferycznego zachodzi dzięki obecności na korzeniach roślin bobowatych specyficznych bakterii z rodzaju *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* i *Sinorhizobium*.

Rośliny bobowate pozostawiają w glebie w resztkach poźniwnych znaczne ilości azotu (tab. 1). Azot biologiczny, który jest związany przez rośliny zostaje w 100% wykorzystany, podczas gdy azot mineralny dostarczany w formie nawozów wykorzystany zostaje w około 50% (Baranowska i in. 2016). Z punktu widzenia producenta rolnego uprawa roślin bobowatych niesie za sobą zasadniczą korzyść w postaci zmniejszonego nawożenia azotem dla gatunków następczych w kolejnych latach (Kocoń 2006).

Tabela 1. Zawartość azotu w resztkach poźniwnych wybranych roślin bobowatych

Sposób uprawy	Gatunek	Zawartość azotu [kg/ha]
Plon główny	Soja	do 100
	Bobik	60-80
	Groch	40-60
	Łubin	65-95

Opracowanie własne na podstawie [Baranowska i in. 2016].

Od wielu lat prowadzi się badania związane z oceną potencjału plonowania roślin bobowatych na terenie naszego kraju z różnym skutkiem, ale konieczność zapewnienia coraz większej ilości wysokobiałkowych, bezpiecznych pasz (epidemia gąbczastej encefalopatii

bydła –BSE) zmusza do szukania nowych rozwiązań, opartych na bazie rodzimych odmian, niemodyfikowanych genetycznie (Boros 2003, Bury, Nawracała 2004, Tyczewska i in. 2014).

3. Opłacalność uprawy wybranych roślin bobowatych

W ocenie opłacalności upraw wykorzystano wyniki i dane z doświadczeń polowych realizowanych w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz opracowań Warmińsko-Mazurskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Olsztynie za rok 2016. Przeprowadzono analizę ekonomiczną dotyczącą kosztów i dochodów z uprawy grochu siewnego, pastewnego, łubinu żółtego, bobiku i soi.

Kalkulację poniesionych kosztów i osiągniętych dochodów wykonano zgodnie z zaleceniami metodyki opracowania danych rachunkowych w polskich gospodarstwach rolnych (zasady FADN) (Augustyńska-Grzymek i in. 1999).

Koszty bezpośrednie obejmowały wydatki dotyczące prowadzonej działalności i wielkości produkcji tj.: uprawę roli, nawożenie, ochronę plantacji, czy materiał siewny. Została również obliczona średnia nadwyżka bezpośrednia bez dopłat, jak i z dopłatami. Na nadwyżkę bezpośrednią składała się roczna wartość produkcji uzyskana z 1 hektara określonej uprawy pomniejszona o poniesione koszty bezpośrednie. Dochód obliczony został w dwóch wariantach. Na podstawie różnicy wartości produkcji ogółem i poniesionych kosztów – opcja z dopłatami, oraz różnicy wartości produkcji produktu głównego, czyli nasion a kosztami – opcja bez dopłat. Kosztem produkcji jednej tony produktu głównego był iloraz poniesionych kosztów i ilości produkcji głównej. Wyliczono również procentowy wskaźnik opłacalności produkcji, który w wariancie bez dopłat bezpośrednich stanowił stosunek kosztów nasion, do poniesionych kosztów całkowitych. W wariancie uwzględniającym dopłaty bezpośrednie jest to natomiast procentowy wskaźnik wynikający z stosunku wartości produkcji ogółem do wartości poniesionych kosztów całkowitych.

Zabiegi agrotechniczne w uprawie każdej rośliny uznano za standardowe (podorywka z bronowaniem, bronowanie, wysiew nawozów, orka zimowa, uprawa przedsiewna, siew). Nawozy i środki ochrony roślin zostały użyte w dawkach zgodnych z przyjętymi zasadami agrotechniki dla każdego z gatunku roślin bobowatych indywidualnie oraz w oparciu o aktualne zalecenia Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu (tab. 2, 3).

Analiza danych zamieszczonych w tabelach 2 i 3 wyraźnie wskazuje, że koszty poniesione na zakup środków ochrony roślin w przypadku uprawy soi są niższe od pozostałych gatunków roślin. Stopień opłacalności uprawy soi w znaczącym stopniu

uzależniony jest od eliminacji zachwaszczenia. Chwasty stanowią dużą konkurencję dla soi w pierwszym miesiącu po wschodach, ponieważ rozwój rośliny jest wtedy powolny. Okres od początku wschodów do momentu przykrycia gleby przez rozwijające się rośliny trwa od 40 do 50 dni. W przypadku zaniedbania odchwaszczenia można doprowadzić do obniżenia plonu nasion w wysokości kilkudziesięciu procent (Jędruszczak 1996).

Główne zagrożenia w uprawie stanowią takie gatunki chwastów jak: komosa biała, rdesty, fiołek polny, przytulia czepna, szarłat szorstki, samosiewy rzepaku, gorczyca polna oraz miotła zbożowa, chwastnica jednostronna i wiechlina. Z gatunków chwastów wieloletnich na plantacji soi mogą występować przede wszystkim ostrożeń polny i perz właściwy.

W 2016 roku uległa zwiększeniu liczba zarejestrowanych środków dozwołonych w uprawach soi. Wszystkie zarejestrowane preparaty posiadają rejestrację w zakresie upraw małoobszarowych.

Soja, jako roślina stosunkowo nowa w Polsce nie jest zbyt zagrożona ze strony szkodników. Jednak potencjalne zagrożenie mogą stwarzać: mszyce (*Aphidoidea*), Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hübner), Strąkowiec sojowy, Śmietka kielkówka (*Delia florilega* Zett.), oprzędziki (*Sitona* sp.), rolnice (*Agrostis* sp.), Zmienik lucernowiec (*Lygus rugulipennis* Popp.) (Filoda i Mrówczyński 2012).

Warto zwrócić uwagę, że koszty nawożenia mineralnego soi są niższe w porównaniu do pozostałych gatunków roślin bobowatych.

Na przestrzeni lat dokonuje się oceny efektywności produkcji roślin bobowatych w Polsce i wciąż znajduje się nie tylko gospodarcze, ale i ekonomiczne uzasadnienie do ich uprawy (Dobek, Dobek 2008).

Tabela 2. Kalkulacja opłacalności uprawy bobiku i grochu siewnego [Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Olsztynie]

Wyszczególnienie	J.m.	Bobik			Groch		
		Cena	Ilość	Cena całkowita	Cena	Ilość	Cena całkowita
<u>Wartość produkcji</u>							
Nasiona	dt	85,00	40,00	3400,00	106,00	30,00	3180,00
Jednolita płatność obszarowa	ha	462,00	1,00	462,00	462,05	1,00	462,05
Płatność za zazielenienie	ha	310,10	1,00	310,10	310,10	1,00	310,10
Płatność do strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych	ha	430,49	1,00	430,49	430,49	1,00	430,49
Wartość produkcji ogółem				4602,64			4382,64
Materiał siewny z zakupu	dt	230,00	3,00	690,00	150,00	2,50	375,00
Razem materiał siewny				690,00			375,00
Razem nawozy				947,49			412,98
Razem środki ochrony roślin				613,40			1169,76
Koszty bezpośrednie				2250,89			1957,75
Nadwyżka bezpośrednia				2351,75			2424,89
Razem praca maszyn własnych				432,52			
Razem koszty usług				384,00			
Podatki i ubezpieczenia	zł	180,00	1,00	180,00	180,00	1,00	180,00
Inne		5%		153,37	5%		138,71
Razem koszty inne				333,37			318,71
Koszty pośrednie				1149,89			1135,23
Koszty całkowite				3400,77			3092,97
Wskaźnik opłacalności produkcji (z uwzględnieniem wartości dopłat bezpośrednich)		%		35,34	%		41,70
Wskaźnik opłacalności produkcji (bez uwzględnienia wartości dopłat bezpośrednich)		%		-0,02	%		2,81
Dochód rolniczy (z dopłatami)				1201,87			1289,67
Dochód rolniczy (bez dopłat)				-0,77			87,03

Tabela 3. Kalkulacja opłacalności uprawy soi uprawnej i łubinu żółtego [Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Olsztynie]

Wyszczególnienie	J.m.	Soja			Łubin żółty		
		Cena	Ilość	Cena całkowita	Cena	Ilość	Cena całkowita
<u>Wartość produkcji</u>							
Nasiona	dt	152,0	30,00	4560,00	103,00	12,00	1236,00
Jednolita płatność obszarowa	ha	462,00	1,00	462,00	462,05	1,00	462,05
Płatność za zazielenienie	ha	310,10	1,00	310,10	310,10	1,00	310,10
Płatność do strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych	ha	430,49	1,00	430,49	430,49	1,00	430,49
Wartość produkcji ogółem				5762,64			2438,64
Materiał siewny z zakupu	dt	230,63	4,00	922,5	250,00	1,50	375,00
Razem nawozy				334,5			572,85
Razem środki ochrony roślin				270,82			842,96
Koszty bezpośrednie				1527,32			1790,81
Nadwyżka bezpośrednia				4235,32			647,83
Razem praca maszyn własnych				432,52			
Razem koszty usług				384,00			
Podatki i ubezpieczeni		180,00		180,00			
Inne		5%		130,37			
Razem koszty inne				310,37			
Koszty pośrednie				1126,88			
Koszty całkowite				2654,20			2917,69
Wskaźnik opłacalności produkcji (z uwzględnieniem wartości dopłat bezpośrednich)	%			117,11	%		-16,42
Wskaźnik opłacalności produkcji (bez uwzględnienia wartości dopłat bezpośrednich)	%			71,80	%		-57,64
Dochód rolniczy (z dopłatami)				3108,44			-479,05
Dochód rolniczy (bez dopłat)				1905,85			-1681,69

4. Podsumowanie

Aktualnie znaczącym czynnikiem wpływającym na opłacalność uprawy roślin bobowatych jest wysokość dopłat do ich produkcji, koszty zabiegów agrotechnicznych oraz wielkość uzyskanych plonów nasion.

O wzroście udziału soi w zasiewach roślin bobowatych może decydować mniejsze zapotrzebowanie na nawożenie mineralne, co przekłada się na wysokość ponoszonych kosztów upraw, którymi kierują się producenci rolni. Wpływ na to ma wiele czynników, w tym m.in. ekonomicznych, związanych z możliwością pozyskania dopłat czy też stosunkowo małym zapotrzebowaniem soi na nawożenie mineralne, co w widoczny sposób obniża koszty jej uprawy, a także charakteryzuje się dużym procentowym wskaźnikiem zwrotu, co czyni ją opłacalną w uprawie. W tym świetle równie dobrze wypada groch. Współcześni producenci rolni decydując się na uprawę soi, są świadomi jej pozytywnego wpływu na rośliny następne. Pozostający w resztkach poźniwnych azot, pozwala zmniejszyć dawki nawozowe dla roślin następczych w kolejnych latach uprawy.

Literatura

Augustyńska-Grzymek I., Goraj L., Jarka S., Pokrzywa T., Skarżyńska A. 1999. Metodyka liczenia nadwyżki bezpośredniej dla działalności produkcji rolnej (zgodnie ze standardami Unii Europejskiej). Warszawa, Wydawnictwo IERiGŻ-PIB, 16-32.

Baranowska A., Mystkowska I., Zarzecka K., Zadrożniak B., Radwańska K. 2016. Role of plant fabaceae in organic farms of Lublin province/ Rola roślin bobowatych w gospodarstwach ekologicznych województwa lubelskiego. *Economic and Regional Studies*, Vol. 9, 2: 87-97.

Boros L. 2003. Ocena współzależności wybranych cech ilościowych determinujących plon nasion u grochu siewnego (*Pisum sativum* L.), fasoli (*Ph. vulgaris* L.) i soi (*Glycine max* L. Merrill.) *Biuletyn IHAR*, 226/227 (2): 481-486.

Brzóska F. 2009. Postęp biologiczny i technologie produkcji zwierzęcej w warunkach zmieniającego się klimatu. [W] *Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich*, red. A. Harasim, Puławy, Wydawnictwo IUNG-PIB, 125-139.

Bury M., Nawracała J. 2004. Wstępna ocena potencjału plonowania odmian soi (*Glycine max* (L.) Merrill) uprawianych w rejonie Szczecina. *Rośliny Oleiste*, T. XXV, 415-421.

Clarke E.J., Wiseman J. 2000. Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soybeans. Protein and amino acid content. *Journal of Agricultural Science*, 134: 111-124.

Czerwińska-Kayzer D., Florek J. 2012. Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych. *Fragmenta Agronomica* 29, 4: 36-44.

Dobek T. K., Dobek M. 2008. Efektywność produkcji soi w polskich warunkach. *Inżynieria Rolnicza* 4(102): 233-240.

Filoda G., Mrówczyński M. (red.). 2012. *Metodyka integrowanej ochrony soi dla producentów* Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 4-28.

Grzebisz W. 2011. Technologie nawożenia roślin uprawnych - fizjologia plonowania; oleiste, okopowe i strączkowe, 1: 370-371.

GUS. 2016. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych lata 2005-2016. dostęp marzec 2017, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze/produkcja-upraw-rolnych-i-ogrodniczych-w-2016-roku,9,14.html>, zakładka: archiwum.

Jerzak M.A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2012. Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce. *Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, T. 99. z.1*: 113-120.

Jędruszczak M., 1996. Problem chwastów w łanach soi i ich zwalczanie. *Mat. Konf. Nauk. pt. Strączkowe rośliny białkowe II. Soja*, Lublin; 72-81.

Kania J., Zając T., Śliwa J. 2016. Efektywność ekonomiczna uprawy soi i rzepaku w zachodniej części Polski. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe*, 18: 3, 133-138.

Kocoń A. 2006. Dlaczego nie motylkowate? *Wiadomości Rolnicze*.
<http://matrix.ur.krakow.pl/Lakarstwo/Motylkowate-art.pdf>, (data dostępu: 12.02.2017.)

Lorenc-Kozik, A. M., Pisulewska E. 2003. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie wybranych odmian soi. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 24, 131–142.

Martyniuk, S. 2012. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. *Pol. J. Agron.*, 9: 17–22.

Podleśny J., Księżak J. 2009. Aktualne i perspektywiczne możliwości produkcji nasion roślin strączkowych w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 14: 111-132, dostęp czerwiec 2016, <http://sybilla.iung.pulawy.pl/wydawnictwa/Pliki/pdfPIB/zesz14.pdf>.

Prusiński J., Borowska B., Kaszkowiak E. 2008. Wybrane wskaźniki produktywności roślin bobiku w warunkach wzrastającego nawożenia azotem. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 248: 105-116.

Rybowska A. 2016. Produkty sojowe w opinii konsumentów Trójmiasta. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe, 18: 3, 310-314.

Šařec O., Šařec P., Dobek T. 2005. Uprawa i zbiór soi. Materiały konferencyjne 8 Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej. Wrocław-Polanica Zdrój t.2 s. 218-220.

Tyczewska A., Gracz J., Twardowski T., Małyska A. 2014. Soja przyszłością polskiego rolnictwa? Nuka, 4: 121-138.

Warmińsko - Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Olsztynie, www.w-modr.pl (dostęp 10.02.2017 r.)

Vance C.P., 1998. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects. W: The Rhizobiaceae; seeds: Spaink H.P., Kondorosi A., Hooykaas P.J.J., Kluwer Acad. Pub., ss. 509-53.

Breeding, Seed Production and Legislative Aspects of Organic Farming in EU

Sylwia Lewandowska⁽¹⁾, Marcin Kozak⁽²⁾, Knut Schmidtke⁽³⁾

¹Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

² Department of Crop Production Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

³ Faculty of Agriculture/Environment/Chemistry University of Applied Sciences in Dresden, Germany

Sylwia Lewandowska:sylwia.lewandowska@upwr.edu.pl

Summary

In recent years ecological agriculture, also known as organic farming, meets with wider social approval across Europe. In some EU countries organic production develops very intensively and is an alternative way for friendly environment. Many experts believe that this is one of many chances and solutions to make our agriculture more healthy. This is mainly because organic farming is based on conscious elimination of chemicals from agricultural production. It requires a lot of knowledge from various fields in order to maximize the use of natural values. The main aim of this paper is to present the most important aspects of breeding, seed production and legislation connected with organic farming in EU Member States in order to develop sustainable cropping strategies in agriculture and horticulture.

Keywords: organic farming, breeding, seed production, legislation

Hodowla, Produkcja Nasienna i Aspekty Legislacyjne Rolnictwa Ekologicznego w Unii Europejskiej

Streszczenie

W ostatnich latach rolnictwo ekologiczne spotyka się z coraz większą aprobatą społeczną w całej Europie. W niektórych krajach UE produkcja ekologiczna rozwija się szczególnie intensywnie i jest niewątpliwie jednym ze skutecznych sposobów zapobiegania skażeniu środowiska oraz żywności. Ze względu na fakt, iż zagrożeniem dla środowiska jest nie tylko przemysł, ale i rolnictwo w którym stosuje się nawozy sztuczne i toksyczne środki ochrony roślin, stąd rolnictwo ekologiczne jest szansą na polepszenie zdrowotnej kondycji rolnictwa. Jednakże ten system uprawy wymaga dużej wiedzy i doświadczenia w celu efektywnego wykorzystania walorów przyrodniczych. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie najważniejszych aspektów z zakresu hodowli roślin, produkcji nasion oraz zagadnień legislacyjnych związanych z rolnictwem ekologicznym w państwach członkowskich UE, przy jednoczesnym zachowaniu podstawowych kryteriów rolnictwa ekologicznego, dostosowanych w możliwie największym stopniu do naturalnych metod produkcji, nienaruszających równowagi przyrodniczej.

Słowa kluczowe: rolnictwo ekologiczne, hodowla, nasiennictwo, prawodawstwo

1. Introduction

Organic farming is becoming more and more popular in Europe and also other parts of the world. Undoubtedly it is one of the fastest growing sector of agricultural production. Especially in recent years organic farming sector has experienced a dynamic evolution. According to data acquired from IFOAM EU (2016) the growth of the organic market varies between EU Member States. Indeed, while retail sales in 2014 decreased by double digits in Sweden (45%) and France (10%), in countries such as Belgium (3,8%) and in the UK (4%) organic retail growth rates were below average. Generally in the 28 Member States the organic area has more than doubled between 2000 and 2011 and expanded by 53 % between 2005 and 2011, i.e. after the accession of the Central and Eastern European countries.

However, the bulk of this expansion occurred mainly in only a few countries: Spain, France, Germany and Poland. Undoubtedly it is influenced by noticeable crisis of food safety and also care of human's health. As in conventional farming large amounts of pesticides and fertilizers are used, more and more consumers search for food of guaranteed quality. According to Zelezik (2009) the system of ecological agriculture takes into consideration these needs and produces food of higher nourishing and healthcare virtues. Organic products are not contaminated with residues of agrochemicals in comparison with these of conventional agriculture. However, the consumption of organic products looks different between the countries. The most common are especially cheese, eggs, meat, fruit, and vegetables (tab. 1). According to FiBL-AMI survey (2016) based on national data sources in terms of distribution, Germany (€7,9 billion) remains the largest organic single market in the EU and Europe and second globally after the United States. France (€4,8 billion) held second place in a market that has shown very dynamic growth over the past couple of years. The UK (€2,3 billion) was in the third place, followed by Italy (€2,1 billion) (tab. 2). Switzerland remains the fifth largest market in Europe after Italy (tab. 3). However, comparing organic markets worldwide, the United States was the leading single market (43% of global retail sales, followed by the EU (38%) (tab. 4).

Ecological households not only produce high quality food but also take care of quality of the environment they exist in. It requires large expenditure of work, good organization and first of all huge knowledge. Some specialists claim that ecological agriculture can be an interesting trend of development for some households groups. Noteworthy is the fact that current research areas of modern agriculture, both the EU and USA, are used by the increase number of works devoted to the ecological conditions of plant and livestock production (Anonim 2001, Tyburski, Żakowska-Biemans 2007, Szalda 2002).

The International Federation of Organic Farming determines the following targets for organic farming (IFOAM, 2005):

- production of high nutritional foods and of sufficient quantity
- appreciating the meaning of socio-ecological consequences of ecological farming
- implementation of activities supporting and preserving biological soil fertility
- maintaining genetic diversity of all living farm components and its environment, including protection of wild living animals and plants
- to promote the proper use and care about water resources and existing in their life
- the use, where possible, of renewable raw materials, both in production and ecological processing, in order to avoid losses and environmental pollution

- support of local and regional production and distribution
- creating a harmonious balance between crop and livestock
- providing good livestock conditions according to living needs of individual species
- use of materials and substances suitable for reuse or useful processes
- providing people involved in ecological farming production and ecological processing good life condition, satisfaction, and safety work

Table 1. Shares of organic product groups [%] by total market in selected European countries, 2014

Product group	Austria	Belgium	Finland	France	Germany	Netherlands (2013)	Norway	Switzerland
Beverages	-	0,9	0,6	3,0	1,7	-	0,1	2,7
Bread and bakery products	-	1,7	1,2	2,5	7,1	3,2	1,0	4,6
Cheese	8,5	1,7	0,9	1,2	3,6	-	0,5	6,0
Eggs	17,2	11,2	12	22,1	16,7	12,7	7,5	22,7
Fruit	10,7	3,5	-	4,3	6,7	-	1,7	10,1
Meat and meat products	3,5	1,3	0,6	1,6	2,1	2,8	0,3	4,8
Milk	15,7	3,0	3,2	10,8	8,1	-	4,0	18,9
Milk and dairy products	-	2,1	-	3,2	8,6	4,8	1,8	11,0
Vegetables	12,6	5,4	3,2	4,0	8,6	3,9	3,6	14,6

Table 2. Distribution of organic retail sales [%] in EU-28, 2014

Austria	Netherlands	Spain	Sweden	Italy	UK	Others	France	Germany
4	4	4	6	9	10	10	20	33

Table 3. European distribution of organic retail sales [%], 2014

Austria	Spain	Netherlands	Sweden	Switzerland	Italy	UK	Others	France	Germany
4	4	4	5	7	8	9	11	18	33

Table 4. Global distribution of organic retail sales [%] by single market, 2014

Switzerland	Canada	China	Others	EU-28	USA
3	4	6	6	38	43

Basic Principles of Organic Breeding

The organic farming system differs fundamentally from conventionally agriculture in the management of soil fertility, weeds, diseases and pests. Organic farmers depend greatly on conventionally bred and produced varieties, but require varieties better adapted to organic farming systems for further optimization of organic agriculture. This includes a greater need for ‘reliable’ varieties contributing to higher yield stability. In this paper the concept of ‘naturalness’ as applied in organic agriculture is elaborated and used as a guide to develop concepts and strategies for organic plant breeding and propagation. It refers to ecological and ethical principles, including the non-chemical and agro-ecological approach, and also taking the integrity of life into account. Based on these approaches the organic farming system is described and a general crop ideotype is defined. In the long run organic agriculture can only gain further progress when the genetic basis is renewed and broadened, and when the selection process is conducted under organic farming conditions. For self-fertilisers the concept of (isophenic) line mixture varieties seems most promising, being composed of lines which are phenotypically uniform but genetically heterogeneous. The ability to produce healthy seed under organic conditions should also be included in the variety ideotype. Further research is needed to develop protocols for seed health testing, to assess threshold values for seed-borne diseases and to design organic seed treatments (Lammerts van Bueren 2002).

Although organic farmers also profit from the improvements of modern breeding activities, the fact that most organic farmers in north-western Europe use modern varieties does not imply that those are the best varieties for optimising organic agriculture (Stöppler et al., 1989; Jongerden & Ruivenkamp 1996). Varieties supplied by conventional seed companies are developed for farming systems in which artificial fertilisers and agro-chemicals are widely used. Organic farming, however, aims at a ‘natural’ way of farming, refraining from agro-chemical inputs and applying agro-ecological strategies (Lampkin 1990). Therefore organic farmers require varieties with characteristics that are better adapted to this kind of farming system. While first developing other areas of their farming systems organic farmers have long accepted their dependence on conventional varieties, perhaps with the exception of some pioneering farmers and breeders in organic plant breeding and propagating. This

situation changed when genetic modification became important in plant breeding. Organic farmers realised that they are not only concerned about the variety traits but also about how varieties are bred and propagated, and thus comply with ethical principles in organic agriculture. The dependence on conventional varieties is no longer a desirable situation if the organic sector wished to design its own future without the application of genetic modification (Anonymous 1991; Bullard et al., 1994).

In recent years due to the global desire to reduce excessive use of chemicals in plant production and an increasing area of plants grown by ecological methods, an increase interest of biological methods for improving yield and seed quality is observable. One of the most effective organic methods of size and yield formation is selection and breeding of new varieties in terms of favorable quality traits. These methods give the possibility to obtain a high quality yield and seeds resistant to disease and stress. Some breeding methods may modify plant potential (Kopta et al. 2012). Breeding branch depends on biological progress in agriculture and provides the basic effort in crop production. According to Maurer et al. (2008) basic principles of organic breeding are:

- biotic interactions in the organic growing system
- importance of genotype-environment interactions
- selection of genotypes suitable for organic food conditions
- implementation of organic variety testing if needed
- description of differences between genotypes in their reaction in yield, quality and N-utilization under drought conditions in comparison to ambient conditions
- evaluation of root characteristics including mycorrhiza suitable for the assessment of water and nutrient use efficiency
- assessment of root traits that may contribute to good weed suppression or tolerance

Selection:

- new selection criteria based on established conventional breeding criteria
- critical assessment of selection methods currently used in conventional and organic breeding programs as well as new selection methods for their use in breeding for organic agriculture
- definition of adjusted selection intensity for breeding for organic agriculture

Main traits of vegetable varieties recommended for ecological cultivation:

- highly developed root system, that will be able to use minerals and water resources from different soil layers
- resistant or at least tolerant on the most dangerous pests and diseases

- rather climbing habit, because the plants with stiff stems will cope easier with disease
- short growing season allowing cultivation during the low intensity of eating pests and disease occurrence

Quality of Seeds in Organic Production

Yield and quality of seeds decide about the effectiveness of plant production. These qualities depend on variety but also on other environmental factors like: temperature, water, light, nutrition, as well as localization of seeds on plants, which affect seed maturation during harvesting. Increase of yield and quality of seeds can be achieved by use of different agricultural methods, regulation of plant development basing on the allelopathy between growing organisms, physiological and biological treatments of developed plants and seeds, including improvement of pre-sowing seed processing, conditioning, increasing resistance to frost and draught, improving the health condition of seeds and minimizing their ageing. The mentioned methods are ecological, safe and favor to environment (Grzesik et al. 2012).

Seed Production in Organic Farming

In organic farming there should be only used primarily seed material, seeds or vegetative planting stock produced organically, and also in case of seed material the requirements for seed production, quality and turnover must be met. Production and delivery of organic products on the EU market with labels and logo subjects to a number of regulations. The basic principle of organic farming is the use of organic produced seeds in agricultural activity. Member States conduct an online database in order to simplify the purchase of this type of seed material. In organic farming there is an obligation of sowing organic seeds. List of commercially available material in “organic class” is provided by the Chief Inspector of Plant Health and Seed Production and updated every month based on suppliers applications.

Exceptional rules for using non-organic seed

Findings from the analysis of provisions Article 45 of Regulation (EC) 889/2008 authorises the use of non-treated, non-organic seeds and vegetative propagation materials when organic ones are not available on the market (Article 22 of Regulation (EC)834/2007). This provision is supported through the establishment of a seed database in each Member State, listing the varieties for which organic seeds or seed potatoes are available (Article 48 of Regulation (EC) 889/2008). It allows the competent authority to grant individual exceptions to farmer requests to use non-organic seeds with adequate justification. The Commission Regulation also provides for an Annex (Annex X of Regulation (EC) 889/2008) to register species for which organic seeds are available in sufficient quantities and for a significant

number of varieties. Complying with the EU regulations on organic farming entails a great effort for the seed sector, initially in developing adequate organic propagation strategies to supply the organic market with sufficient quantities and quality of seed. At the moment, only a few of the seed companies also consider breeding for organic agriculture. With the step of producing organic seed on a larger scale the commercial seed sector has now become economically involved and needs support, not only by the organic sector defining their desired variety characteristics, but also from research in order to remove several obstacles in this new area. This would enable the further improvement of organic propagation and breeding strategies (Lammerts van Bueren 2002). But for successful production of organic seed and planting material, intensive communication between and mutual commitment of farmers, traders, breeders and governmental organisations are necessary. Farmers together with traders should be involved in variety testing and designing of crop ideotypes to identify the desired variety traits. Breeders can influence further improvement of organic production not only by organically propagating the best suitable, existing varieties, but also by integrating organic traits in future breeding programmes. Furthermore, a great effort is needed to carry out comprehensive and coherent activities related to the development of empirical knowledge and research-based information on adapting and improving cultural practice for organic seed production, developing resistant varieties for healthy seed production, developing protocols for seed health testing, assessing threshold values, and designing organic seed treatments.

Control System of Organic Farming in the European Union

According to regulations related to organic farming, which are in force in the European Union, Member States shall establish a system of control and designate one or more competent authorities responsible for control of obligation fulfillment arising from the law regulations. Creating a control system the competent authorities of the Member States may:

- delegate tasks associated with control to certification bodies (system A)
- confer its own control competences to one or more control bodies (system B)
- establish a connection of two above systems (system C)

System A (18 Member States): Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, France, Greece, Ireland, Latvia, Germany, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Sweden, Hungary, Great Britain, Italy

System B (5 Member States): Denmark, Estonia, Finland, the Netherlands, Lithuania

System C (4 Member States): Spain, Malta, Luxembourg, Poland

Regardless of whether the control tasks have been transferred to the control bodies or control authorities, competent authorities of the State shall ensure that the designated entities maintain objectivity and impartiality and will have high qualified staff necessary to carry out their function. In case of devolving of control tasks to certification bodies, EU Member States shall appoint the authorities responsible for their recognition and supervision. Each owner of organic farm is systematically controlled by the certification bodies directly subjected to supervision by the competent authorities appointed by EU Member States, for example in Poland it is Ministry of Agriculture and Rural Development, the Chief Inspectorate of Trade Quality of Agricultural and Food Goods or Main Inspectorate of Plant Health and Seed Inspection. Such final certificate is usually valid for 12 months. Very important is the fact that current organic farming relies on a number of laws, which govern the whole production.

2. Conclusions

To sum up, the EU market for organic products is growing constantly and has gained an importance in EU during the last few years. That is why an increase interest of biological methods for improving yield and seed quality is observable. Therefore, the supply with good quality seeds which are suitable for organic farming becomes increasingly important. In this context breeding process and type of variety have to be conformed to the specific requirements of organic farming.

References

Anonim, 2001. Rolnictwo ekologiczne w Polsce w latach 1999–2000. Informacja opracowana na podstawie wyników kontroli upoważnionych jednostek certyfikujących rolnictwo ekologiczne. ISIPAR. M-4304-1/2001, Warszawa.

Anonymous, 1999. An ethical foundation for genetic engineering choices. Danish Ministry of Trade and Industry, Copenhagen, 60 pp.

Bullard, L., B. Geier, F. Koechlin, D. Leskin, I. Meister, & N. Verhagen, 1994. Organic agriculture and genetic engineering. *Ecology and Farming* 8: 25-26.

FiBL-AMI Organics International 2016. The world of organic agriculture. Statistics & Emerging Trends 2016, 1-340.

Grzesik M., Janas R., Górnik K., Romanowska-Duda Z., 2012. Biologiczne i fizyczne metody stosowane w produkcji i uszlachetnianiu nasion. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 57(3), 147-152.

IFOAM 2005. The IFOAM norms for organic production and processing. Version 2005.

IFOAM EU, Marche Polytechnic University and Naturland 2016. Organic in Europe. Prospects and Developments.

Jongerden, J. & G. Ruivenkamp, 1996. Patronen van verscheidenheid. Department of Technical and Agricultural Development (TAO, publicatie nr 1), Wageningen Universiteit, Wageningen. The Netherlands, 245 pp.

Kopta T., Pokluda R., Psota V., 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemy. Horticultural Science. Vol. 39, No 2, 89-96 [In] Grzesik M., Janas R., Górnik K., Romanowska-Duda Z., 2012. Biologiczne i fizyczne metody stosowane w produkcji i uszlachetnianiu nasion. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Vol. 57(3), 147-152.

Lammerts van Bueren T., 2002. Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. Louis Bolk Institut, 6-202pp.

Lampkin, N., 1990. Organic Farming. Farming Press, Ipswich, 701 pp.

Maurer L. H., Wilfried. Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-Saatgutprüfung für den Biolandbau. Bio Forschung Österreich (vormals Ludwig-Boltzmann Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie). {Project} Grundlagen zur Züchtung, Vermehrung und Sorten-/Saatgutprüfung für den Biolandbau.

Stöppler, H., E. Kölsch & H. Vogtmann, 1989. Auswirkungen der Züchtung bei Winterweizen in einem landwirtschaftlichen System mit geringer Betriebsmittelzufuhr von aussen. Journal of Agronomy & Crop Science 162: 325-332.

Szałda M., 2002. Działalność WODR Modliszewice w zakresie rozwoju rolnictwa ekologicznego w województwie świętokrzyskim. Ogólnopolska konferencja Naukowa nt. Perspektywy rozwoju regionu w świetle badań krajobrazowych. Kielce – Sandomierz, 3–4.10.2002.

Tyburski J., Żakowska-Biemans S., 2007. Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Wyd. SGGW, Warszawa, 168: 191–195.

Zelezik M., 2009. Why ecological agriculture? Rocznik Świętokrzyski. Ser. B – Nauki Przyr. 30: 155–166.

Evaluation of sustainable development with respect to land use and crop production in Slovakia

Kristína Mandalová⁽¹⁾, Marián Kotrla⁽¹⁾, Martin Prčík⁽¹⁾

¹Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia

Kristína Mandalová: k.mandalova@gmail.com

Summary

Slovakia has an area of 4.903.500 hectares. Agricultural land occupies 2.401.693 hectares of the total area, which represents 49.16% of the territory of Slovakia. In terms of agricultural land it is undoubtedly extremely important to understanding the potential of economic profitability of the production units by growing different crops. In the processing of the paper we used mainly the situation and outlook reports from National Agricultural and Food Centre Branch: Research Institute of Agriculture and Food Economics and materials from Soil Science and Conservation Research Institute. In the paper we evaluate land use with regard to crop production, particularly of selected commodities – grains and oilseeds over the years 2001/2002 to 2015/2016, and provide an analysis of the market in grains and oilseeds in Slovakia. Sustaining the crop production is essential for the sustainable development of the country while meeting the needs of the population and to stabilize living conditions. The volume of the total supply of grains in Slovakia sufficiently cover domestic consumption and part of the production is also possible to export outside of Slovakia, as does not foresee significant changes in the development of individual directions of use of grain in the domestic agro-food market. The situation is similar also for the oilseeds. Although it should be realized that the agricultural production in Slovakia lag behind the EU average by half.

Keywords: grains, oilseeds, crop production

1. Introduction

In recent years, there are changes in land use and agricultural landscape. Land use according to Haarman et al. (2003) means linking human activities to land cover. And changes in land use and land cover are largely related to changes in the exploitation of land. The growing demand on land resources has resulted in environmental stress and intensification on land use, which is successful in increasing food production is damaging to the environment. Land use and its environmental impact is interest of the authors like Rondolph (2004) and Giest (2005). Slovakia itself is considered as agricultural country. Agricultural land in Slovakia covers almost 50% of the entire area. The largest share is arable land, about 60% of the total are of agricultural land. Agricultural land is part of the land fund. It consists of different types of land which are used for agricultural production and crop production. By means of the application is divided into arable land, vineyards, orchards, lands temporary overgrown with grass or used for growing perennial fodder crops and fallow land. In the paper we will focus mainly on crop production, since in our agriculture has an important role wheat, barley, corn, potatoes and oilseed production. Quality production on

agriculture is in the interest of every country and therefore should be paid enough attention to food preparation and processing in terms of their importance to society. One of the basic indicators of success is also an indicator of profitability and crop production. According to Zoborský (2001) the company's ability to make a profit and recover the capital invested in production can be defined as profitability and at the same time states that the profitability on agriculture has several distinguishing features. Particular account must be taken to the intensity of land as a production factor. A special feature of agricultural production is the amount of profit we must also consider at the unit acreage. Agricultural primary production is inherently dependent on the land. Land is the basis for growing plants. Its most important and most significant feature is its production capacity, thus fertility. Proper use and management of land fertility increases. It provides nutrition of the population and is also a source of nutrition in the livestock sector. As reported Šnobl, Pulkrábek et al. (2002), priority is crop production, because is dependent on animal husbandry. According Pačuta et al. (2009) is the principal crop production agricultural sector, which deals with the the cultivation of crop plants in order to achieve cost-effective, stable and adequate harvests in the required quality. Crop production is the concern of many authors that specified it in their works (Smith Wayne C. 1995, Dixon G.R. et al. 2010 and Dighton J. et al. 2014).

2. Material and methods

The paper has been processed on the basis of data from the situation and outlook reports, which are compiled on selected commodities, crop and livestock production in collaboration with the Department of Trade and Promotion of Ministry of Agriculture and Rural Development of the Slovak Republic. Contains analysis of the development of material balances of the present commodity to be economic and calendar years, short term, information on regulatory and market support policy in Slovakia and the EU, pricing information and information on commodity markets in the EU and worldwide. Reports prepares research team of the department of agrarian market and are continuously provided to members of the expert committees, government bodies and their organizational units and relevant professional bodies. Reports are baseline source in the processing of various policy documents, analyses, comparative studies, theses and dissertations and market information for the wider public. Situation and outlook reports are issued exclusively in the online version on the website National Agricultural and Food Centre Branch: Research Institute of Agriculture and Food Economics. Frequency of each output is one or two times a year. Specifically, for grains it is

twice a year, for oilseeds once a year. As with grains it is twice a year, the second report follows the report, which is published in June. For grains is given analysis of the market for grains (wheat, barley, rye, oats, maize and other grains) in Slovakia in the marketing year 2001/2002 to 2015/16. The marketing year for grains starts on 1st of July each year and ends 30th of June of the following year. The presented situation and outlook report for oilseeds assess the situation on the oilseeds market in the marketing year 2001/2002 to 2015/16 based on available data. The marketing year for oilseeds begins on 1st of July of the preceding year until 30th of June of the year.

3. Results and Discussion

Knowing the potential opportunities of economic profitability of production units according to the cultivation of various crops is essential. The basis for determining the economic profitability of crops is a database of potential economic parameters valuated soil-ecological units developed on the basis of correlation dependence between soil production potential and real economic indicators in more than 250 farms.

The Figure 1 shows rate of crop production in Slovakia. From Figure is clear that a large part of Slovakia is unprofitable and the highest rate of crop production can be found in western Slovakia.

In the following Figure 2 we follow Representation of soil categories according to potential rate of crop production in Slovakia regions expressed in percentages of agricultural land.

The most important group of crops include grains and oilseeds. Grains are the most important crop in the entire group of plant production. Grains play crucial importance in human nutrition and livestock, provide important raw material for the food, chemical and pharmaceutical industries, too. Range of grains related to their species diversity and broad economic recovery. Grains are represented in almost all growing areas. The grains include wheat, rye, corn, oats, sorghum and others.

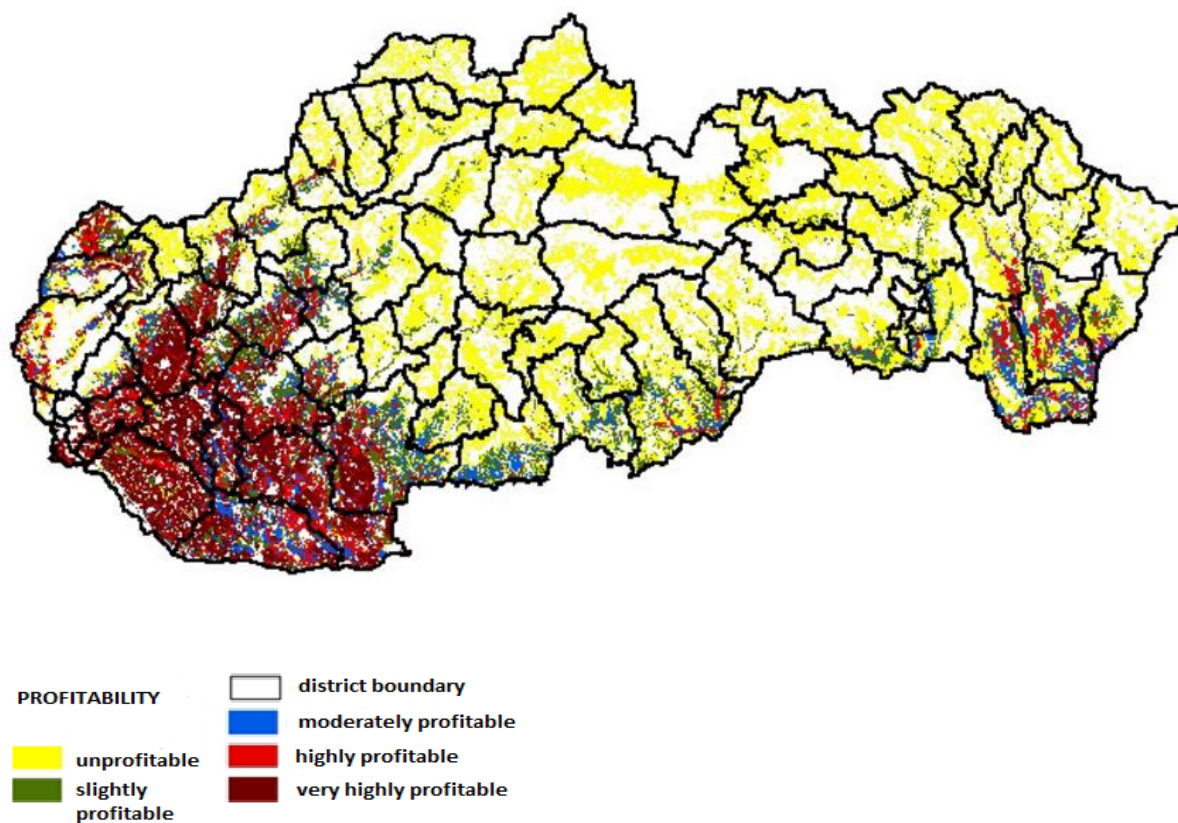


Fig. 1. Rate of crop production in SR

Source: www.podnemapy.sk

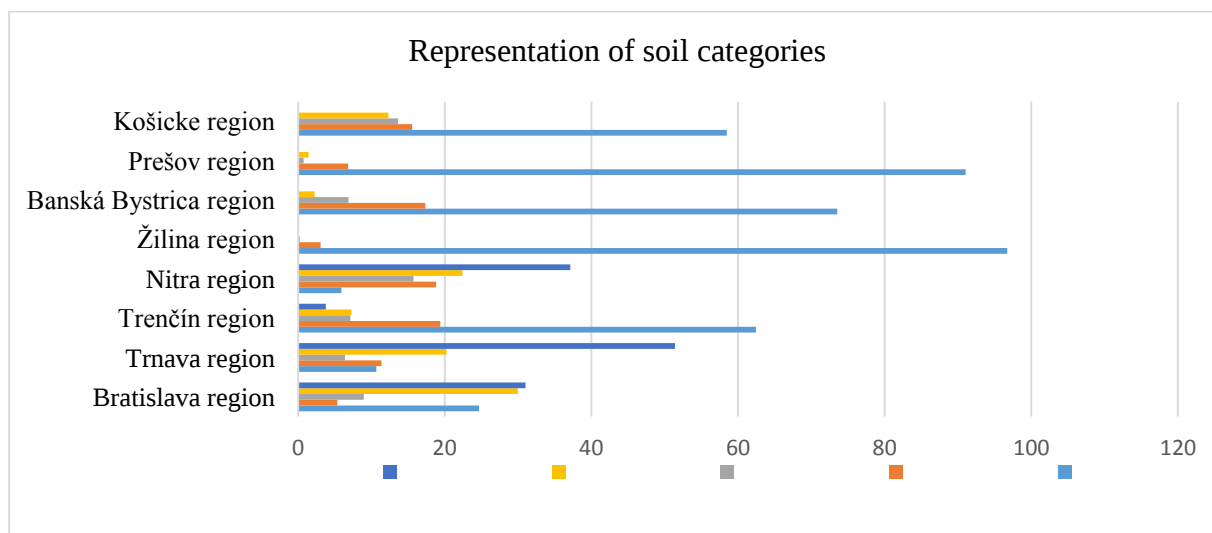


Fig. 2. Representation of soil categories according to potential rate of crop production in Slovakia regions [% of agricultural land]

Source: www.podnemapy.sk, own processing

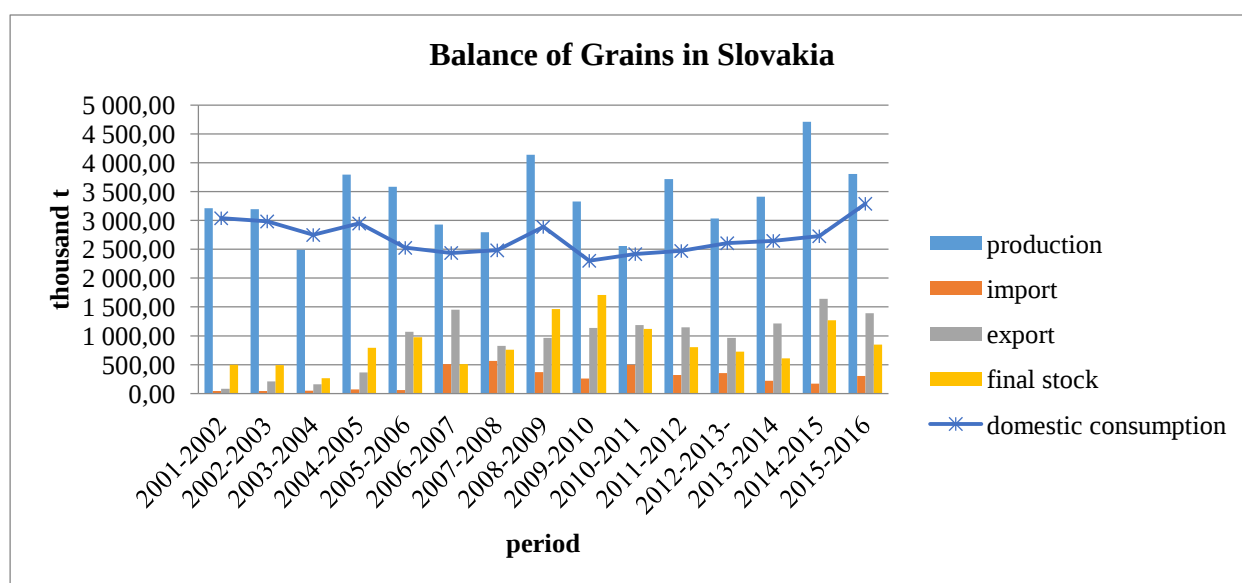


Fig. 3. Balance of grains in total (including grain maize and other grains) in Slovakia
Source: vuepp.sk, own processing

In the period 2003/2004 are monitored results marked by unfavourable weather conditions, which during the course of vegetation characterized by lack of atmospheric precipitation and record high temperatures. Especially during the maturation this situation adversely affected the mass volume of grain harvest in the current year. Slovakia's accession to the European Union in that marketing year was affected by foreign trade of grain, as are reflected in increased movement of grain between Slovak and other European Union countries as a result of the duty free regime.

In the marketing year 2006/07 grains in Slovakia were grown on a smaller area than in the previous cultivation period. Grain harvest was in the 2005/06 was less than in the previous marketing year. Final stocks of grains to 30 June 2006 represented a few thousand tons more than at the end of the marketing year 2004/05. In the marketing year 2006/07 grains in Slovakia were grown on a smaller area than the previous cultivation period. Grain harvest in the 2005/06 was lower than in the previous marketing year.

Area of grains in the marketing year 2007/08 compared to the previous period widened. Total grain production in the marketing year 2007/08 increase against the previous cultivation period. Harvest of grains in the marketing year 2007/08 was greater than in the previous marketing year. Final stocks of grains at 30 June 2008 was lower in comparison to the stock situation at the end of the marketing year 2006/2007. The total supply of grains in marketing year 2007/08 due to lower harvest was less than the supply of the previous marketing year. Final stocks of grains at 30 June 2009 was in comparison to the stock situation at the end of the marketing year 2007/08 higher.

The marketing year 2008/09 was in terms and weather conditions favourable to grains, which led to a record production. High grains production in Slovakia in marketing year 2008/09 resulted in the previous year increasing the supply of grains on the domestic market.

In the marketing year 2009/10 reached the total grain production reduction annually. The production was collected from an area of land that were lower than the previous year. The total supply of grains produced of initial stocks, imports and production reached less than the in previous year. Reached grain production in marketing year 2009/2010 was reduced annually.

In 2010, significantly affecting crops of grains unfavourable weather (floods). Grain was harvested from areas that were smaller than in the previous year. Despite the relatively high initial stocks and higher imports nearly doubled from a year earlier to our agrarian market offered for domestic consumption and export less grain than in the previous year. Total supply created in addition to the production and importation of initial stocks declined year on year, while import of grains was up.

Year 2011 in terms of reached production of grains assessed favourably. Gross domestic consumption has increased annually. The higher production was reached compared to 2010. Favourable weather conditions resulted in the increase of harvest.

During the vegetation period in 2012 hit our area extremely drought, causing considerable damages to agricultural crops. In 2012, cereal production declined. Unfavourable weather conditions have shown to reduce of the average yield of grains Decline in production was reflected in the total supply.

Favourable weather conditions during the vegetation period in 2013 reflected on increase of the average yield of grains. According to the Statistical Office of the Slovak Republic, grain production in 2013 increase annually and increased production was reflected in an increase in the total supply of grains.

A cultivation acreage of grains in marketing year 2014/15 increase annually and the share of grains in total area of arable land in Slovakia has increased as well. In terms of achieving yields and production is year 2014 assessed very positively and in 2014 grains production reached a maximum since 2000.

Based on the development of the use of grains especially domestic consumption, in the marketing year 2015/16 it estimated annual decline in self-sufficiency of Slovakia in grains. In the marketing year 2015/16 decreased area of cropped area grain. The intensity of crop production on several crops negatively affected the dry spring and above average hot summer.

Oilseeds are crops that provide vegetable fats and oils, which can be industrially obtain. In addition to oil from the seeds of oil can also obtain moldings with high protein content, which is a valuable livestock feed. Vegetable oils are used to manufacture cooking oil, margarine and candles, cosmetics, glycerine, plastics, biodiesel and so on. The most important oil crops are: soybean, rapeseed, sunflower, flax, sesame and others. According Pospíšil, Pačuta, Black et al. (2008) has the largest representation on arable land just rape and sunflower.

The year 2011 was in terms of crops, despite fluctuations in the weather in some regions of Slovakia for the majority of crops favorable and reflected the increase in harvest from one hectare. Thanks to favorable weather conditions during the vegetation has reached record crop. Oilseed production in Slovakia in 2011 declined. The highest share of the production of oilseed had rape, other shares belong to corn, sunflower, soybean, flax and poppy and mustard.

Climatic conditions in 2010 were unfavorable for farmers. Weather was full of extremes, hot and dry periods alternated with wet and cold. From mid-May to farmers were not allowed to enter the field. Crops were covered by water and a hailstorm destroyed. These conditions have caused low yields per hectare of oilseeds declined annually.

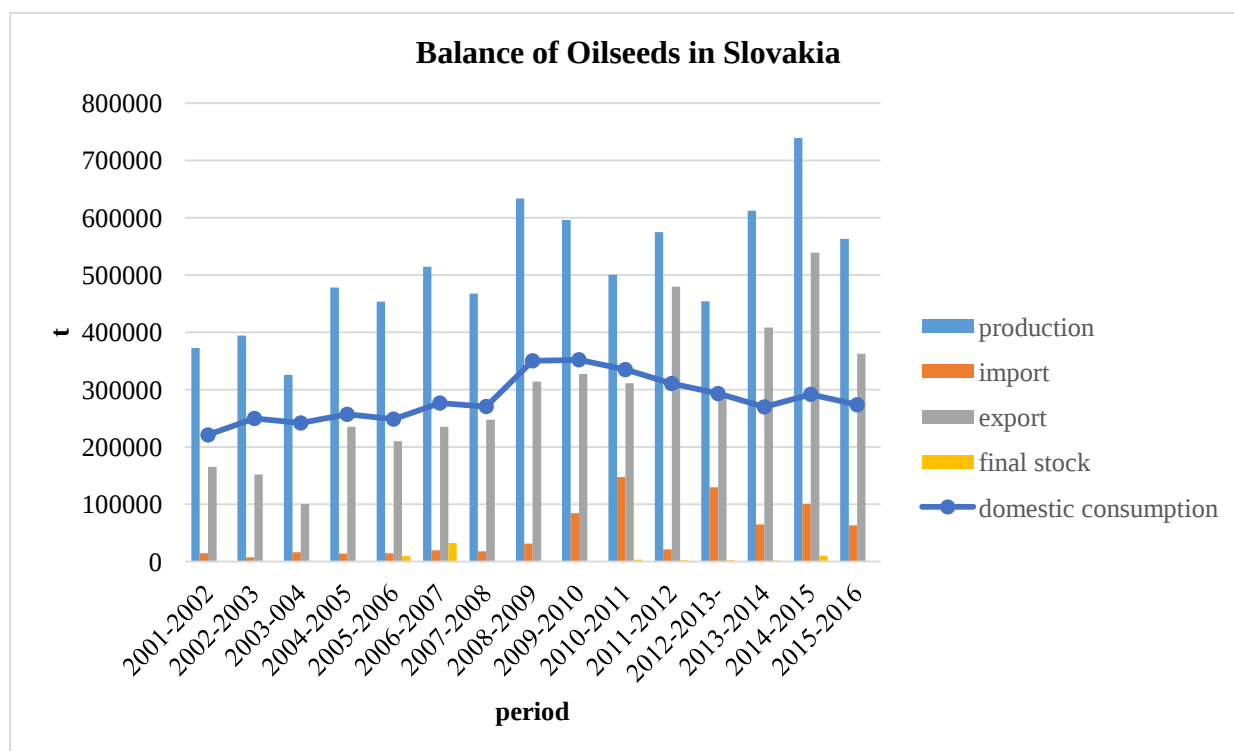


Fig. 4. Balance of oilseeds in total in Slovakia
Source: vuepp.sk, own processing

Lack of rainfall in 2012 caused low yields per hectare of oilseeds, mainly rape. Winter temperature was within the long-term average. In March, significantly warmer, but at the end of this month and early April came true winter weather. This caused a delay of vegetation oilseeds. In some regions of the Slovak Republic was flooded oil, causing their digestion, respectively pest infestation. The highest share of the production of oilseed rape had followed sunflower, soybean, flax, mustard and finally poppy.

Oilseed production in 2013 reached 612 thousand tons, which is the second highest production since 1993. The highest share of the production of oilseed rape had followed sunflower, soybean, flax, mustard and poppy.

In 2014, production reached a record volume of 738.667 tons. The highest share of the production of oilseed had rape, followed sunflower, soybean, poppy, mustard and linen.

In 2015, were climate conditions for growing oilseeds optimal. Weather enable seeding without any problems. The problem has become pests. Farmers were forced to treat rapeseed crops several times. Winter was mild and did not produce hardly any downtime of crop areas. Spring oilseed treatment was carried out in a timely manner due to the fact that winter has ended prematurely. Period to harvest went smoothly and there was a decline in revenue, root system has sufficient thickness and length, summer heat and drought did not any influence.

4. Conclusions

About the use of the productive potential of soils decide in addition to soil and environmental parameters of given locality also economic factors. Agricultural land should fulfill also the economic function in addition to production and ecological functions. No one will create a financial loss on a soil for a long time. It is therefore on decision of a particular land user as it can exploit the potential of their land for profit.

Balance of grains in Slovakia is varied. Production during the years has grown and declined. The largest decline occurred from the year 2014/2015 to 2015/2016, when production fell by 902.6 thousand tons and the largest increase occurred from the year 2007/2008 to 2008/2009, it represents an increase of 1343.76 thousand tons. Import grew rapidly from the year 2005/2006 to 2006/2007 by 447.7 thousand tons and largest decline occurred from the year 2007/2008 to 2008/2009 by 194.3 thousand tons. Regarding export, the largest increase observed from the year 2004/2005 to 2005/2006 by 703.4 thousand tons and the largest decline we note from the year 2006/2007 to 2007/2008 by 629 thousand tons. Final stock and domestic consumption during the selected period were accompanied by fluctuations, the final stock increased the most from the year 2007/2008 to 2008/2009 by

704.1 thousand tons, the biggest decrease of 591 thousand tons was from the year 2009/2010 to the following year. Domestic consumption grew the most in the last reporting year and most fell by 586.4 thousand tons from the year 2008/2009 to 2009/2010.

Follows from the above that the total resources of grains adequately cover domestic consumption and a significant part of the surplus will be exported also outside Slovakia. The volume of the total supply of grains in Slovakia sufficiently cover domestic consumption and part of production can also be exported outside the territory of Slovakia as it is not expected significant changes in the development of various directions of use of grains for domestic agri-food market.

At the balance of oilseeds, we concluded that the production and final stocks reached the biggest drop from the year 2014/2015 to 2015/2016 and import and domestic consumption achieved the largest decline from the year 2010/2011 to 2011/2012. The largest increases over the years differed. The largest increase in export was achieved in the year 2010/2011 to 2011/2012, about 168512 tons. At final stocks it was from the year 2005/2006 to 2006/2007 by 22927 tons. Domestic consumption increased the most from the year 2007/2008 to 2008/2009 by 79759 tons.

Oilseeds in the current period have an important position for their various uses. Oilseed production in Slovakia is essential, as evidenced by a significant increase not only in production but also the fact that the structure of seeding occupy a dominant position immediately after grains. Oil sector is significantly influenced by the nature of the market mainly rapeseed and sunflower, active support of manufacturing industry and penetration in the technical field (feedstuffs, cosmetics, pharmaceuticals, construction and biofuel). Their share in the structure of seeding from year to year increases. Oilseeds in the current period have an important position for their various uses. Market of oilseeds in the Slovak Republic since 1990 developed very favourably. It makes their substitutability in the nutrition of the population and livestock as well as growing interest in consumption of biodiesel.

References

- Baker, S., 2006. Sustainable Development. Psychology Press. 245 p. ISBN 978-04-152-8211-6.
- Dighton, J., Krumins Adams J., 2014. Interactions in Soil: Promoting Plant Growth. Springer Science & Business Media. 231 p. ISBN 978-94-017-8890-8.
- Dixon, G.R., Tilston, Emma L. (Eds.), 2010. Soil Microbiology and Sustainable Crop Production. Springer Science & Business Media. 436 p. ISBN 978-90-481-9478-0

Geist, H., 2005. Our Earth's Changing Land: An Encyclopedia of Land-Use and Land-Cover Change. Westport: Greenwood Publishing Group, pp. 792

Haarman, H.J.T.M. - Verhagen, Jan - Rovers, C.A. (Eds.), 2003. Global Environmental Change and Land Use. Springer Science & Business Media. Pp. 210. ISBN 978-94-017-0335-2

Pačuta, V. et al, 2009. Rastlinná výroba. 1. vyd. Nitra: SPU. 160 s. ISBN 978-80-552-0263-1.

Pospíšil, R. et al., 2008. Integrovaná rastlinná výroba. 1. vyd. Nitra: SPU. ISBN 978-80-552-0141-2.

Randolph, J., 2004. Environmental Land Use Planning and Management. Washington, DC: Island Press. pp. 664

Rogers, Peter P., Jalal, Kazi F., Boyd, John A., An Introduction to Sustainable Development. 2012. Earthscan. 416 p. ISBN 978-18-497-7047-7.

Situation and outlook reports March 29, 2017, from http://www.vuepp.sk/04_komodity.htm

Soil portal. Retrieved March 29, 2017, from <http://www.podnemapy.sk/default.aspx>

Smith Wayne, C., 1995. Crop production: evolution, history, and technology. New York: J. Wiley. 469 p. ISBN 978-04-710-7972-9.

Šnobl, J., Pulkrábek J. et al., 2002. Základy rostlinné produkce. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 153 s. ISBN 80-213-0924-5.

Zoborský I. M 2001. Ekonomika poľnohospodárstva. SPU Nitra, s. 178 – 187, ISBN 80-7137-941-7.

Wpływ biopreparatów na plonowanie i jakość świeżych orzechów laskowych

Bogumił Markuszewski⁽¹⁾, Jan Kopytowski⁽¹⁾, Anna Bieniek⁽¹⁾, Izabela Krzywińska⁽²⁾

¹ Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Instytut Technologii Mikrobiologicznych w Turku

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu probiotyków i Polyversum WP na plonowanie i jakość świeżych orzechów laskowych. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2014-2015 w sadzie produkcyjnym leszczyny w północno-wschodniej części Polski. Materiałem badawczym była leszczyna. Drzewa odmiany 'Kataloński' posadzono w 2006 roku w rozstawie 5 x 2 m i prowadzono je w formie drzewek niskopiennych. Kombinacje doświadczenia stanowiły sposoby ochrony: kontrola, probiotyki i Polyversum WP. Oceniano plon orzechów, porażenie moniliozą i słonkowcem orzechowcem, masę orzecha w okrywie owocowej i bez okrywy owocowej, masę jądra, grubość skorupy, procent wypełnienia orzecha, zawartość suchej masy bezpośrednio po zbiorze i po 7 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej. Wykazano istotny wpływ warunków meteorologicznych na plonowanie leszczyny i porażenie owoców moniliozą. Stosowanie probiotyków wpływało na wyższą grubość skorupy orzecha. Orzechy traktowane Polyversum WP i przechowywane przez 7 dni w warunkach temperatury pokojowej były najwyższej jakości.

Słowa kluczowe: orzech laskowy świeży, plon, cechy morfologiczne

Effect of biopreparations on yielding and quality of fresh hazelnuts

Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of probiotics and Polyversum WP on yield and quality of fresh hazelnuts. The study was conducted in the years 2014-2015 in the production plant of hazelnut in the north-eastern part of Poland. The experimental material was hazelnut. The 'Catalan' trees were planted in 2006 at the distance 5 x 2 m and run in the form of low-leaf trees. Experiment combinations were protection methods: control, probiotics and Polyversum WP. The yields of nuts, percentage of nuts damaged by *Monilinia coryli* and hazelnut weevil (*Curculio nucum* L.) weight of the nut in the husk and without the husk, weight of the kernel, percentage of nuts with husk attached, shell thickness, dry matter content in kernels were evaluated immediately after harvest and after 7 days of storage at room temperature. The significant influence of meteorological conditions on the yielding of hazel and fruit damage to *Monilinia coryli* was shown. The use of probiotics increased the thickness of the nut shell. Nuts treated with Polyversum WP and storage for 7 days at room temperature were of the highest quality.

Keywords: fresh hazelnut, yield, morphological features

1. Wstęp

Uprawa leszczyny w Polsce jest dość ryzykowna ze względu na chłodne i wilgotne warunki. Głównymi przyczynami słabego plonowania leszczyny są surowe zimy, wczesnowiosenne przymrozki w czasie kwitnienia, niezwalczanie w terminie chorób i szkodników oraz nieodpowiednie stanowisko. Czynniki te mają również wpływ na jakość pozbiorną orzechów. Uprawa niechroniona przeciwko moniliozie może być porażana w 80-90%, a w przypadku słonkowca orzechowca w 20-70% (Gantner, 2003; Markuszewski i Kopytowski, 2008; Zdyb, 2012). W przypadku upraw leszczyny jako gatunku małoobszarowego zmniejsza się ilość dozwolonych substancji chemicznych do zwalczania chorób grzybowych. W związku z tym istnieje potrzeba prowadzenia badań nad

zastosowaniem środków alternatywnych, do których należą między innymi biopreparaty. Według dostępnej literatury stosowanie preparatów biologicznych np. z wykorzystaniem efektywnych mikroorganizmów czy szczepu grzyba *Pytium oligandrum* w uprawie roślin wpływa na lepszą zdrowotność roślin i wyższe plony (Vallance i wsp., 2009; Meszka i Bielenin, 2010; Kosicka i in., 2015).

Orzech laskowy jest owocem, który zazwyczaj spożywany jest po osiągnięciu pełnej dojrzałości zbiorczej, kiedy oddzieli się od okrywy owocowej. W tej formie jego wartość odżywcza jest najwyższa (Piskornik, 1994; Wieniarska i in., 2004). Rzadziej spotykane w handlu są orzechy laskowe w okrywie owocowej, które zrywane są przed osiągnięciem dojrzałości fizjologicznej. Zwolennicy orzechów czekając na owoce w pełni dojrzałe coraz chętniej kupują je już wcześniej właśnie w takim stanie fizjologicznym. Orzechy w okrywach owocowych bardziej przekonują konsumentów, że są one świeże, zebrane w bieżącym roku. Z punktu widzenia producenta zaletą orzechów w okrywach owocowych jest wyższa zawartość wody, co wpływa na ich wyższą masę do 41% udziału okrywy (Zdyb, 2012; Ciemniowska-Żytkiewicz i in., 2015; Markuszewski i Kopytowski, 2015). Orzechy laskowe w okrywie owocowej ze względu na niepełną dojrzałość mogą mieć znacznie niższą zdolność przetrzymywania ich w warunkach temperatury pokojowej niż orzechy w pełni dojrzałe.

Celem badań była ocena wpływu probiotyków i Polyversum WP na plonowanie i jakość świeżych orzechów laskowych po zbiorze oraz po 7 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej.

2. Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2014-2015 w sadzie produkcyjnym leszczyny w Tuszewie k/Lubawy w północno-wschodniej części Polski. Materiałem badawczym były niedojrzałe orzechy laskowe w okrywie owocowej odmiany ‘Katański’. Owoce zerwano z 8-letnich drzew, które posadzono na glebie piaszczystej w rozstawie 5 x 2 m i prowadzono jako drzewa niskopienne w formie wrzeciona. Gleba w rzędach drzew była ściółkowana słomą, a w międzyrzędziach utrzymywano murawę. Zwalczanie chorób i szkodników prowadzono według programu ochrony roślin sadowniczych na lata 2014-2015.

W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje ochrony drzew: kontrolę, probiotyki i Polyversum WP. Wszystkie kombinacje doświadczenia w okresie wegetacji były opryskiwane 4-krotnie fungycydami do zwalczania moniliozy w leszczynie na bazie substancji czynnych tiuramu i mankozebu. Kontrolę stanowiła tylko ochrona fungycydami. Oprysk probiotykami na bazie mieszaniny EmFarma Plus i EmFarma5 oraz Polyversum WP

zastosowano dodatkowo, 5-krotnie w sezonie wegetacyjnym, gdzie ostatni z nich 2 dni przed zbiorem owoców. Termin wykonania zabiegu i dawka jednorazowa biopreparatów były następujące: wiosną po kwitnieniu (2x), probiotyki - EmFarma Plus (10 l/ha) + EmFarma 5 (0,2%) i Polyversum WP, wzrost owoców (1x) EmFarma Plus (20 l/ha) + EmFarma 5 (0,2%) i Polyversum WP, przed zbiorem owoców (2x) EmFarma Plus (20 l/ha) + EmFarma 5 (0,2%) i Polyversum WP. Preparat Polyversum WP stosowano w dawce 20 g/150 l wody. Ponadto na powierzchni doświadczenia, jesienią po opadnięciu liści wykonywano oprysk na glebę EmFarma Plus (20 l/ha) + EmFarma 5 (2%) + mocznik (1%).

Niedojrzałe orzechy w okrywie owocowej zerwano ręcznie, 2-3 tygodnie przed osiągnięciem dojrzałości fizjologicznej na początku września. Ocena jakości orzechów bezpośrednio po zbiorze polegała na określeniu: plonu handlowego, porażenia orzechów przez moniliozę - *Monilinia coryli* i słonkowca orzechowca - *Curculio nucum* (wielkość próby 10 kg w 3 powtórzeniach), masy owocu w okrywie owocowej i bez okrywy, masy jądra, procentu wypełnienia orzecha, grubości skorupy (próbka 100 szt. orzechów pobranych losowo z każdej kombinacji ochrony) i zawartości suchej masy w jądrze (metodą suszarkową w temperaturze 105°C, w 3 powtórzeniach dla próbki). Dodatkowo wykonana ocena orzechów po 7 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej polegała na określeniu: masy owocu w okrywie owocowej i bez okrywy, masy jądra, procentu wypełnienia orzecha i zawartości suchej masy w jądrze.

Doświadczenie założono w układzie pasowym, w którym rząd stanowił 60 drzew w każdej kombinacji doświadczenia. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji. Podziału średnich wartości badanych cech dokonano testem t-Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05\%$, z wyjątkiem zawartości suchej masy, gdzie zastosowano poziom istotności $\alpha=0,01\%$.

3. Wyniki

Plonowanie leszczyny w warunkach klimatu Polski zależało w dużym stopniu od warunków meteorologicznych w danym roku. W roku 2014 w pierwszej dekadzie maja wystąpiły wiosenne przymrozki, gdzie odnotowano spadki minimalnych temperatur w ciągu trzech dni do -3,5°C. Suma roczna opadów w okresie wegetacji w latach 2014-2015 była podobna na poziomie 258 mm, przy czym w roku 2015 w miesiącu czerwcu i sierpniu odnotowano długotrwałe okresy suszy. W skutek wiosennych przymrozków w roku 2014 uzyskano niski plon orzechów, a w roku 2015 przy sprzyjających temperaturach wiosną ale wystąpieniu okresowej suszy uzyskano orzechy niższej jakości.

Wpływ dodatkowej ochrony leszczyny w okresie wegetacji przy wykorzystaniu probiotyków i Polyversum WP na plonowanie, porażenie moniliozą i słonkowcem orzechowcem okazał się nie istotny (Tab. 1). Mimo braku istotnych różnic w przypadku plonu orzechów, drzewa traktowane probiotykami wykazywały tendencje do wyższej plenności. Analizując poszczególne lata badań, w roku 2014 przy niższym plonie odnotowano również silniejsze porażenie orzechów moniliozą. Natomiast drugi rok był bardziej sprzyjający uprawie leszczyny, gdzie uzyskano wyższy plon orzechów znacznie słabiej porażonych moniliozą.

Tabela 1. Plonowanie drzew leszczyny oraz porażenie orzechów w zależności od sposobu ochrony w latach 2014-2015

Sposób ochrony	Plon handlowy (t/ha)	Porażenie moniliozą (%)	Porażenie słonkowcem orzechowcem (%)
Sezon wegetacyjny 2014			
Kontrola	0,7 a*	25,0 a	0,2 a
Probiotyki	0,8 a	24,4 a	0,3 a
Polyversum WP	0,8 a	19,8 a	0,3 a
Sezon wegetacyjny 2015			
Kontrola	2,0 a	9,7 a	0,1 a
Probiotyki	2,6 a	6,9 a	0,1 a
Polyversum WP	2,1 a	7,5 a	0,1 a
Średnie z lat 2014-2015			
Kontrola	1,3 a	17,3 a	0,1 a
Probiotyki	1,7 a	15,7 a	0,2 a
Polyversum WP	1,5 a	13,6 a	0,2 a

*średnie oznaczone tymi samymi literami w kolumnach nie różnią się istotnie między sobą przy $\alpha=0,05$, oddzielnie dla średnich wartości z roku i lat

Wpływ biopreparatów na cechy morfologiczne orzechów po zbiorze różnił się w poszczególnych latach badań (Tab. 2). W pierwszym roku istotne różnice odnotowano tylko w przypadku masy orzechów w okrywie owocowej, gdzie najwyższa wartość tej cechy była w kombinacji z probiotykami, a najniższa z kontroli. W drugim roku przy istotnym wpływie badanych czynników na większość badanych cech odnotowano wyższą masę owoców bez okrywy owocowej, jądra i grubość skorupy oraz wyższe wypełnienie orzecha przy zastosowaniu probiotyków. Analiza statystyczna średnich z lat 2014-2015 wykazała istotny wpływ sposobów ochrony tylko w przypadku grubości skorupy orzechów, gdzie wartość tej cechy była wyższa przy stosowaniu probiotyków. Pomimo braku statystycznie udowodnionego istotnego wpływu zastosowanych sposobów ochrony na większość badanych cech morfologicznych w tej kombinacji orzechy wykazywały tendencje do wyższej jakości.

Tabela 2. Cechy morfologiczne orzechów i zawartość suchej masy w jądrach po zbiorze w latach 2014-2015.

Sposób ochrony	Masa orzecha w okrywie owocowej (g)	Masa orzecha bez okrywy owocowej (g)	Masa jądra (g)	Grubość skorupy (mm)	Wypełnienie orzecha (%)	Zawartość suchej masy w jądrach (%)
Sezon wegetacyjny 2014						
Kontrola	6,8 b*	4,7 a	2,2 a	1,1 a	46,3 a	51,88 a
Probiotyki	7,5 a	4,9 a	2,2 a	1,1 a	45,7 a	48,85 a
Polyversum WP	6,9 ab	4,6 a	2,2 a	1,0 a	47,3 a	51,09 a
Sezon wegetacyjny 2015						
Kontrola	6,4 a	4,5 ab	1,8 ab	1,2 b	39,8 ab	49,43 a
Probiotyki	6,5 a	4,6 a	1,9 a	1,4 a	41,7 a	50,85 a
Polyversum WP	6,5 a	4,5 ab	1,8 ab	1,3 b	40,6 ab	49,54 a
Średnie z lat 2014-2015						
Kontrola	6,6 a	4,6 a	2,0 a	1,1 b	43,0 a	50,65 a
Probiotyki	7,0 a	4,8 a	2,1 a	1,2 a	43,7 a	49,85 a
Polyversum WP	6,7 a	4,5 a	2,0 a	1,1 b	43,9 a	50,32 a

*średnie oznaczone tymi samymi literami w kolumnach nie różnią się istotnie między sobą przy $\alpha=0,05$, oddzielnie dla średnich wartości z roku i lat

Ocena jakości orzechów po przechowywaniu przez 7 dni w temperaturze pokojowej wykazała istotny wpływ zastosowanych biopreparatów i lat badań (Tab. 3). W pierwszym roku owoce z kombinacji Polyversum WP wykazywały wyższą jakość w porównaniu do pozostałych kombinacji ochrony. W przypadku zawartości suchej masy w jądrach orzecha odnotowano odwrotną zależność przy zastosowaniu tego preparatu. W drugim roku przy mniejszym wpływie zastosowanych kombinacji ochrony leszczyny na cechy morfologiczne orzechów istotne różnice odnotowano tylko przy wypełnieniu orzecha i zawartości suchej masy w jądrze. W przypadku pierwszej cechy najwyższą wartość uzyskano w kontroli, a w drugiej przy zastosowaniu probiotyków. Na podstawie średnich wyników z lat wynika, że stosowanie Polyversum WP wpływało na wyższą jakość orzechów według cech morfologicznych. W przypadku zawartości suchej masy w jądrach orzecha, wyższa wartość tej cechy była w orzechach z kombinacji probiotyków.

Tabela 3. Cechy morfologiczne orzechów i zawartość suchej masy w jądrach po 7 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej w latach 2014-2015.

Sposób ochrony	Masa orzecha w okrywie owocowej (g)	Masa orzecha bez okrywy owocowej (g)	Masa jądra (g)	Wypełnienie orzecha (%)	Zawartość suchej masy w jądrach (%)
Sezon wegetacyjny 2014					
Kontrola	4,3 b	3,6 a	1,7 b	46,2 b	64,51 a
Probiotyki	4,5 ab	3,8 a	1,6 b	43,1 c	65,76 a
Polyversum WP	5,0 a	3,9 a	1,9 a	48,8 a	58,07 b
Sezon wegetacyjny 2015					
Kontrola	4,1 a	3,5 a	1,5 a	41,8 a	56,10 b
Probiotyki	4,0 a	3,5 a	1,4 a	38,5 b	70,69 a
Polyversum WP	4,3 a	3,6 a	1,5 a	39,9 ab	54,43 b
Średnie z lat 2014-2015					
Kontrola	4,2 b	3,5 a	1,6 ab	44,0 a	60,31 b
Probiotyki	4,2 b	3,6 a	1,5 b	40,8 b	68,22 a
Polyversum WP	4,6 a	3,8 a	1,7 a	44,4 a	56,25 b

*objaśnienie jak w tab. 1.

4. Dyskusja

Warunki meteorologiczne w okresie realizacji doświadczenia istotnie wpłynęły na obniżenie plonu świeżych orzechów laskowych i pogorszenie ich jakości w wyniku wiosennych przymrozków i długotrwałych okresów suchy. Skutki wystąpienia tych czynników pogłębiły się w wyniku piaszczystej gleby, na której został założony sad leszczynowy. Przedstawione czynniki w doświadczeniu według Wojciechowskiej (2003) i Zdyba (2012) należą do głównych przyczyn ryzyka uprawy tego gatunku w szczególności w warunkach północno-wschodniej części Polski.

Istotny wpływ na zdrowotność i plonowanie roślin uprawnych w wyniku stosowania efektywnych mikroorganizmów i preparatu Polyversum WP (*Pytium oligandrum*) udowodniono już w opublikowanych pracach badawczych (Vallance i wsp., 2009; Meszka i Bielenin, 2010; Kosicka i in., 2015). W niniejszej pracy wpływ zastosowanych biopreparatów na plonowanie oraz porażenie orzechów moniliozą i słonkowcem orzechowcem okazał się nie istotny. Wykazano natomiast pozytywny wpływ probiotyków na grubość skorupy orzecha po zbiorze, gdzie grubsza skorupa może stanowić lepszą ochronę przed wpływem niekorzystnych czynników zewnętrznych na jądro orzecha. W przypadku orzechów po 7 dniach przechowywania w warunkach temperatury pokojowej stosowanie Polyversum WP w okresie wegetacji wpływało na lepsze utrzymanie ich jakości, choć zawartość suchej masy w jądrach była znacznie niższa niż u orzechów traktowanych probiotykami.

Ocena masy orzechów w okrywie i bez okrywy owocowej bezpośrednio po zbiorze wykazała średnio 30% udział okrywy owocowej w ogólnej masie orzecha. Według Zdyba (2012) oraz Markuszewskiego i Kopytowskiego (2015) okrywa owocowa może stanowić 30-41% udział w masie orzecha laskowego. Dla producentów orzechów laskowych zrywających owoce na świeży zbiór ma to istotne znaczenie, gdyż masa tych orzechów w okrywach owocowych jest wyższa od orzechów dojrzałych, które zbierane są bez okrywy owocowej.

5. Wnioski

1. Plonowanie leszczyny w warunkach założonego doświadczenia w dużym stopniu zależało od warunków meteorologicznych. Głównym czynnikiem ograniczającym plon orzechów okazał się wiosenny przymrozek.
2. Zastosowane sposoby ochrony leszczyny nie wpłynęły istotnie na zróżnicowanie plonu oraz porażenie orzechów moniliozą i słonkowca orzechowcem.
3. Ocena orzechów po zbiorze wykazała istotny wpływ probiotyków na grubość ich skorupy, które charakteryzowały się wyższą wartością tej cechy.
4. Przechowywanie orzechów przez 7 dni w warunkach temperatury pokojowej, traktowanych Polyversum WP wpływało na wyższą masę orzecha w okrywie owocowej i jądra.

Literatura

Ciemniewska-Żytkiewicz H., Pasini F., Verardo F., Bryś J., Koczoń P., Florenza Caboni M. 2015. Changes of the lipid fraction during fruit development in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in Poland. European of Journal Lipid Science and Technology. 117: 710-717.

Gantner M. 2003. Szkodniki leszczyny i ich zwalczanie. Leszczyna - materiały seminaryjne LODR, Końskowola, 31-36.

Kosicka D., Wolna-Maruwka A., Trzeciak M. 2015. Wpływ preparatów mikrobiologicznych na glebę oraz wzrost i rozwój roślin. Kosmos. Problemy nauk mikrobiologicznych, 64(2): 327-335.

Meszka B., Bielenin A. 2010. Polyversum WP – a new biological product against strawberry grey mould. The Polish Phytopathological Society. Phytopathologia 58: 13-19.

Markuszewski B., Kopytowski J. 2008. Wpływ terminu sadzenia na wzrost i rozwój drzewek leszczyny. Leszczyna – materiały seminaryjne. LODR Końskowola, 26-32.

Markuszewski B., Kopytowski J. 2015. Effects of storage conditions on the quality of unripe hazelnut in the husk. *Journal of Horticultural Research*, 23(2): 59-67.

Piskornik Z., Mazur A., Korfel J., Koralkowska K., Maziarz B., Dębski J. 1989. The resistance of hazel (*Corylus avellana*) to hazelnut weevil (*Curculio nucum* L. – *Coleoptera, Curculionidae*). Part II. The physicochemical characteristics of the pericarp and dynamics of nut development and cultivar resistance to the pest. *Acta Agrobotanica* Vol. 42(1/2): 153-164.

Piskornik Z. 1994. Hazelnut culture in Poland – the past, present and future in outline. *Acta Horticulturae* 351: 49-54.

Vallance J., Le Floch G., Déniel F., Barbier G., Lévesque C.A., Rey P. 2009. Influence of *Pythium oligandrum* biocontrol on fungal and oomycete population dynamics in the rhizosphere. *Appl. Environ. Microbiol.* 75 (14): 4790–4800.

Wieniarska J., Szember E., Szot I., Murawska D. 2004. The comparison of quality of three cultivars of hazelnut *Corylus avellana* L. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 3(1): 55-60.

Wojciechowska M. 2003. *Uprawa leszczyny*. WODR Końskowola.

Zdyb H. 2012. *Leszczyna*. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa, 36-37, 84-92, 223-227.

Dostępność „pozostałych środków ochrony roślin” do ochrony upraw ekologicznych w Unii Europejskiej

Ewa Matyjaszczyk⁽¹⁾, Magdalena Szulc⁽¹⁾

¹Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu
Ewa Matyjaszczyk e.matyjaszczyk@iorpib.poznan.pl

Streszczenie

„Pozostałe środki ochrony roślin” to te które NIE należą do trzech podstawowych grup: fungicydów, herbicydów oraz insektycydów. Do grupy tej zaliczamy zatem moluskocydy, rodentocydy, repelenty, atraktanty, regulatory wzrostu i rozwoju roślin oraz inne grupy środków. W artykule przedstawiono analizę dostępności tego typu preparatów w rolnictwie ekologicznym Unii Europejskiej. Największą dostępność środków z grupy „pozostałych” dla upraw ekologicznych odnotowano w Republice Czeskiej (32) i Niemczech (28). Najmniej preparatów z tej grupy jest w Chorwacji (1). Największy odsetek wśród analizowanych środków stanowią moluskocydy, regulatory wzrostu i rozwoju roślin oraz repelenty. Największe zróżnicowanie pod względem zawartych w środkach substancji czynnych posiadają regulatory wzrostu i rozwoju roślin.

Słowa kluczowe: rolnictwo ekologiczne, moluskocydy, regulatory wzrostu, repelenty, Unia Europejska

Availability of „other plant protection products” for protection of organic crops in the European Union

Summary

„Other plant protection products” are understood as those which do NOT belong to the three main groups: fungicides, herbicides and insecticides. Therefore we count among them molluscocides, rodenticides, repellents, attractants, plant growth regulators as well as other groups of products. The paper presents an analysis of the availability of products from this group that are qualified for use in organic farming in the European Union. The highest availability of such products was found in the Czech Republic (32) and Germany (28). The fewest products of this type are available in Croatia (1). Among the “other plant protection products” the most numerous groups are molluscocides, plant growth regulators and repellents. The highest diversification of active substances was found in the group of plant growth regulators.

Keywords: organic farming, molluscocides, plant growth regulators, repellents, European Union

1. Wstęp

W ochronie upraw ekologicznych wskazane jest wykorzystywanie głównie metod prewencyjnych, do których należą między innymi odporność odmian oraz szereg metod agrotechnicznych (Tratwal i in., 2012; Tratwal i Nadziak, 2016; Bereś, 2016; Ropek i Kulig, 2011). Jeżeli metody zapobiegawcze zawiodą i liczebność organizmów szkodliwych jest zbyt wysoka, dopuszczalne jest stosowanie środków ochrony roślin, ale tylko tych, które spełniają wysokie kryteria bezpieczeństwa i zostały zakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym (Matyjaszczyk, 2012). Użycie większości chemicznych środków ochrony roślin jest w rolnictwie ekologicznym zakazane. Warto podkreślić, że możliwe jest wykrycie faktu zastosowania tego typu środków w zebranych plonie, w tym często nawet po poddaniu go procesom przetwórczym (Łozowicka i in., 2016 A; Łozowicka i in., 2016 B; Podbielska i in., 2016). Wszystkie środki ochrony roślin zakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym można oczywiście stosować w rolnictwie konwencjonalnym.

Obecnie w rolnictwie ekologicznym stosowanie herbicydów, czyli środków chwastobójczych jest niedozwolone. Dostępność fungicydów chroniących rośliny uprawne przed chorobami oraz insektycydów przeznaczonych do zwalczania szkodników w rolnictwie ekologicznym Unii Europejskiej została omówiona w innych publikacjach (Matyjaszczyk i Szulc, 2016; Sobczak i in., 2016).

Niniejsza analiza poświęcona jest grupie tzw. „pozostałych środków ochrony roślin”. Należą do nich moluskocydy (środki do ochrony przed ślimakami), repelenty (czyli środki odstrasżające), atraktanty (środki wabiące) i rodentycydy (przeznaczone do zwalczania gryzoni), regulatory wzrostu i rozwoju roślin oraz stymulatory kiełkowania i inne środki. Celem pracy jest ocena dostępności środków ochrony roślin z tej grupy w rolnictwie ekologicznym, w poszczególnych państwach członkowskich Unii Europejskiej.

2. Material i metody

Analizowane dane pochodzą z pierwszego kwartału roku 2017. Ze względu na fakt, że niejednokrotnie preparaty mają wielostronne działanie, a pojęcie „biostymulatory” nie zostało prawnie zdefiniowane w Unii Europejskiej (Matyjaszczyk, 2015) warto podkreślić, że zaszeregowując środek ochrony roślin do jednej z grup preparatów kierowano się podziałem przyjętym w państwie członkowskim, w którym dane preparaty były dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Dla celów niniejszej analizy z grupy regulatorów wzrostu i rozwoju roślin wyodrębniono stymulatory kiełkowania i dane ich dotyczące przedstawiono w odrębnej rubryce.

Analizując dostępność tzw. „pozostałych środków ochrony roślin” uwzględniono: moluskocydy (środki do ochrony przed ślimakami), repelenty (czyli środki odstrasżające), atraktanty (środki wabiące – stosowane głównie przy zwabianiu organizmów szkodliwych do różnego typu pułapek), rodentycydy (środki przeznaczone do zwalczania gryzoni), regulatory wzrostu i rozwoju roślin, a także wszystkie inne środki nie należące do trzech podstawowych grup. Analiza rejestrów państw członkowskich pokazała że w niektórych państwach dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym są różnego typu maści zabezpieczające mechaniczne uszkodzenia na roślinach, zatem tę grupę preparatów także uwzględniono przygotowując niniejszą analizę.

Materiałem badawczym w pracy są publicznie dostępne rejestry środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w uprawach ekologicznych w państwach członkowskich Unii Europejskiej: Belgia, Chorwacja, Czechy, Francja, Litwa, Luksemburg, Niemcy, Polska,

Słowacja, Węgry, Wielka Brytania, Włochy. Adresy stron internetowych z rejestrami w poszczególnych Państwach członkowskich podano w literaturze.

3. Wyniki

W tabeli 1 zestawiono środki z analizowanych grup zakwalifikowane do stosowania w uprawach ekologicznych państw członkowskich Unii Europejskiej. Najwięcej środków dopuszczonych jest w Republice Czeskiej (32 środki) i Niemczech (28 środków), a najmniej w Polsce, Słowacji (po 2 środki) oraz Chorwacji (1 środek).

Tabela 1. Liczba środków ochrony roślin z grupy pozostałych zakwalifikowane do ochrony upraw ekologicznych w Polsce i innych krajach członkowskich Unii Europejskiej

Nazwa grupy środków	Belgia	Chorwacja	Czechy	Francja	Litwa	Luksemburg	Niemcy	Polska	Słowacja	Węgry	Wielka Brytania	Włochy
Moluskocyd	9	1	7	6	1	3	18	2	1	-	16	8
Regulator wzrostu	-	-	17	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Repelent	2	-	8	1	3	-	7	-	1	2	-	1
Rodentycyd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stymulator kiełkowania	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1
Maść zabezpieczająca miejsca uszkodzone	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-
Suma	13	1	32	10	4	3	28	2	2	4	16	10

Źródło: Opracowanie własne

Wszystkie kraje, poza Węgrami, mają na listach preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym moluskocydy. Najwięcej środków do zwalczania ślimaków zarejestrowanych jest w Niemczech (18 środków) i Wielkiej Brytanii (16 środków), a po 1 moluskocydzie odnotowano w Chorwacji, na Litwie i Słowacji.

Drugim najpowszechniej dostępnym rodzajem środków z grupy „pozostałych” są repelenty, czyli środki o nieprzyjemnym i silnym zapachu, działające odstraszająco. Preparaty te są stosowane głównie w odstraszaniu leśnych ssaków (dzików, saren i jeleni) od upraw. Leśne ssaki wyrządzają poważne szkody w wielu uprawach (zarówno ekologicznych jak i konwencjonalnych), nie tylko poprzez żerowanie, ale także tratując i buchtując pole podczas przemieszczania się, odpoczynku oraz żerowania. Repelenty służące odstraszaniu tych zwierząt są zakwalifikowane do stosowania w uprawach ekologicznych w większości analizowanych krajów, czyli w Belgii, Republice Czeskiej, Francji, na Litwie, w Niemczech, na Słowacji, Węgrzech i we Włoszech. Najwięcej repelentów w ochronie upraw ekologicznych mogą stosować Czesi (8) i Niemcy (7).

Liczne preparaty z grupy „regulatory wzrostu i rozwoju roślin” zakwalifikowane są do stosowania w rolnictwie ekologicznym, głównie w Republice Czeskiej. Zarejestrowane są także stymulatory kiełkowania przeznaczone przede wszystkim dla ziemniaków. 2 takie

stymulatory odnotowano w Belgii oraz po 1 we Francji, Niemczech i Włoszech. Do grupy „pozostałych” zaliczono także specjalne maści przeznaczone do zabezpieczenia ran np. po cięciu drzew. Ich stosowanie w uprawach ekologicznych możliwe jest w Niemczech i na Węgrzech. Dopuszczone są tam po dwa takie środki.

W żadnym z analizowanych państw nie odnotowano rodentycydu kwalifikującego się do stosowania w uprawach ekologicznych. Szkody wyrządzane przez myszy i szczury zarówno na polach uprawnych, jak i w obiektach magazynowych są problemem w całej Unii Europejskiej, a ich nasilenie zależy od sezonu wegetacyjnego. Chemiczne rodentycydy są dopuszczone do stosowania w rolnictwie konwencjonalnym. W rolnictwie ekologicznym stosuje się prawdopodobnie różnego typu pułapki mechaniczne.

Tabela 2. Substancje czynne zawarte w środkach ochrony z grupy pozostałych dopuszczonych w uprawach ekologicznych w Polsce i pozostałych krajach Unii Europejskiej

Substancja czynna	Belgia	Chorwacja	Czechy	Francja	Litwa	Luksemburg	Niemcy	Polska	Słowacja	Węgry	Wielka Brytania	Włochy
Drożdże suszone, ekstrakt ze skrzypu, siarczan glinu	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etanol, łój, kalafonia, hematyt, wosk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Etylen	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Fosforan żelaza	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Ichtiol, balsam peruwiański	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Kaolin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Krzemian glinu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laminaryna	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Lecytyny	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lecytyny, kwas pelargonowy, ekstrakt z alg morskich	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mepikwat, proheksadion	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olej fenolowy	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olej rzepakowy, lecytyny	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olejek miętowy	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Piasek kwarcowy	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
Piasek kwarcowy, pozostałości po destylacji tłuszczu, surowy olej talowy	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sól potasowa kwasów tłuszczowych z orzecha kokosowego	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sproszkowana gorczyca	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Substancje odstraszające	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Surowy olej talowy	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Szkło wodne potasowe	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tłuszcz owczy	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
Wodorowęglan potasu	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wodorowęglan sodu	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wosk, środki do zabezpieczenia ran	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Źródło: Opracowanie własne

Środki dopuszczone do stosowania w uprawach ekologicznych państw Unii Europejskiej zawierają w swoim składzie 25 różnych substancji czynnych lub ich mieszanin (tabela 2).

Moluskocydy opierają się głównie na fosforanie żelaza (III). Repelenty zawierają krzemian glinu, piasek kwarcowy, surowy olej talowy, tłuszcz owczy, kaolin oraz mieszaniny: piasek kwarcowy + pozostałości po destylacji tłuszczu + surowy olej talowy jak również inne substancje działające odstraszająco. W stymulatorach kiełkowania zawarte są dwie substancje: olejek miętowy lub etylen. Najwięcej zróżnicowanych substancji czynnych zawierają regulatory wzrostu: szkło wodne potasowe, lecytyny, sól potasowa kwasów tłuszczowych z orzecha kokosowego, olej fenolowy, wodorowęglan sodu, sproszkowana gorczyca, wodorowęglan potasu, laminaryna oraz mieszaniny: olej rzepakowy + lecytyny, lecytyny + kwas pelargonowy + ekstrakt z alg morskich, mepikwat + proheksadion oraz drożdże suszone + ekstrakt ze skrzypu + siarczan glinu. Maści ogrodnicze bazują na mieszaninach różnych substancji: воск + środki do zabezpieczenia ran, etanol + łój + kalafonia (pozostałość po oddestylowaniu terpentyny z żywicy drzew iglastych) + hematyt + воск, ichtiol + balsam peruwiański (naturalna żywica balsamowca *Myroxylon balsamum* Harms var. *pereirae*).

4. Dyskusja

Omawiając dane dotyczące liczby środków zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym należy podkreślić, że duża liczba środków zakwalifikowanych nie zawsze oznacza dużą różnorodność preparatów.

Dla przykładu w wielu państwach członkowskich zakwalifikowana do stosowania w rolnictwie ekologicznym jest duża liczba moluskocydów, czyli preparatów do zwalczania ślimaków. W Niemczech takich preparatów jest aż 18 a w Wielkiej Brytanii 16. Należy jednak podkreślić, że wszystkie te środki zawierają tę samą substancję aktywną: fosforan żelaza III, w bardzo zbliżonej formie użytkowej. W praktyce zdarza się, że ten sam produkt rejestrowany i sprzedawany jest pod kilkoma różnymi nazwami handlowymi. Nie zmienia to faktu, że rejestracja licznych moluskocydów wynika prawdopodobnie z faktu że ślimaki wyrządzają spore szkody w rolnictwie, w tym również ekologicznym. Ponadto w ostatnich latach obserwowano wzrost ich szkodliwości. Przyczyny wzrostu szkodliwości ślimaków są różnorodne, należą do nich między innymi zmiany w uprawianych odmianach oraz praktykach agrotechnicznych. Sprzyjające dla ślimaków są także zmiany klimatyczne, w tym przede wszystkim ciepłe zimy i wilgotne lata. Zauważalne jest także zjawisko ekspansji

obcych, inwazyjnych gatunków ślimaków na nowe tereny. Prognozuje się dalszy wzrost szkód wyrządzanych przez ślimaki, przy czym najbardziej zagrożone mają być uprawy małoobszarowe (Kozłowski 2012).

W ostatnich latach prowadzi się liczne badania dotyczące biostymulatorów oraz regulatorów wzrostu i rozwoju roślin (Kozak i in. 2016). Modyfikacja reakcji rośliny za pomocą środków z tej grupy pozwala na wspomaganie lub hamowanie procesów wzrostu i rozwoju, do których należą kiełkowanie, tworzenie korzeni, zawiązywanie owoców, czy starzenie się roślin (Matysiak i Adamczewski, 2009). Regulatory wzrostu wykorzystywane są wielu uprawach (Matysiak i in., 2013) (Dobrowolska i Janicka, 2007). Niniejsza analiza pokazuje jednak, że ich dostępność w uprawach ekologicznych jest bardzo zróżnicowana: w niektórych państwach członkowskich, np. w Czechach dostępnych jest wiele środków z tej grupy, podczas gdy w innych (np. Polsce czy Niemczech) nie ma żadnych.

Stosunkowo dobra dostępność repelentów w wielu państwach członkowskich odzwierciedla fakt, że szkody wyrządzane przez zwierzynę leśną są poważnym problemem w rolnictwie. Warto jednak przytoczyć wyniki badań mówiące, że skuteczność repelentów jest, zwłaszcza w długim okresie, ograniczona, ponieważ zwierzęta się do nich przyzwyczajają. W oczywisty sposób wiąże się to z adaptacją oraz procesami uczenia się i zapamiętywania (Węgorek in., 2014). Na dłuższą metę znacznie skuteczniejszym (choć droższym) niż repelenty sposobem ochrony upraw przed zwierzyną leśną są różnego typu ogrodzenia, które zapobiegają jej wtargnięciu na pole.

5. Podsumowanie

1. Najwięcej środków ochrony z grupy „pozostałych” przeznaczonych do ochrony upraw ekologicznych dopuszczonych jest w Republice Czeskiej (32) i Niemczech (28), a najmniej w Chorwacji (1).
2. Najpowszechniej dostępne w rolnictwie ekologicznym państw członkowskich są moluskocydy i repelenty, a także regulatory wzrostu i rozwoju roślin, jeśli wliczymy do nich także stymulatory kiełkowania.
3. W żadnym z analizowanych państw do stosowania w rolnictwie ekologicznym nie są zakwalifikowane preparaty do zwalczania gryzoni.
4. W niektórych przypadkach preparaty o bardzo zbliżonym składzie rejestrowane są pod różnymi nazwami handlowymi. Na przykład wszystkie moluskocydy dostępne w rolnictwie ekologicznym państw członkowskich Unii Europejskiej zawierają tę samą substancję aktywną – fosforan żelaza.

Literatura

Bereś P. 2016. Efficacy of spinosad and *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki in biological control of the European corn borer on sweet corn. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15(6): 19-35

Dobrowolska A., Janicka D. 2007. Wpływ regulatorów wzrostu na kwitnienie oraz wartość dekoracyjną niecierpka nowogwinejskiego (*Impatiens hawkeri* W. Bull) z grupy Riviera. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu - CCCLXXXIII*, Ogrodn. 41:35-39

Kozak M., Wondolowska-Grabowska A., Serafin-Andrzejewska M., Gniadzik M., Kozak M.K. 2016. Biostymulatory - wczoraj, dziś i jutro [w:] *Rolnictwo XXI wieku - problemy i wyzwania* pod redakcją Dety Łuczyckiej, Idea Knowledge Future, Wrocław, 377:114-122

Kozłowski J. 2012. Ślimaki jako przykład nowego i rosnącego zagrożenia. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 52 (4): 1129-1135

Łozowicka B., Mojsak P., Jankowska M., Kaczyński P., Hrybko I., Rutkowska E., Szabuńko J., Borusiewicz A. 2016 A. Toxicological studies for adults and children of insecticide residues with common mode of action (MoA) in pome. Stone, berries and other small fruit. *Science of the Total Environment*, 566-567:144-156

Łozowicka B., Jankowska M., Hrybko I., Kaczyński P. 2016 B. Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. *Environmental monitoring and Assessment*, 188: 51

Matyjaszczyk E. 2012. Dostępność środków ochrony roślin zawierających substancje pochodzenia naturalnego i biologicznych metod ochrony roślin w Polsce w przededniu wprowadzenia obowiązku stosowania integrowanej ochrony roślin. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 4:38-43

Matyjaszczyk E. 2015. Wprowadzanie biostymulatorów do obrotu handlowego w Polsce. Sytuacja bieżąca i uwarunkowania prawne. *Przemysł Chemiczny* 10: 1841-1844

Matyjaszczyk E., Szulc M. 2016. Możliwości ochrony upraw ekologicznych przed szkodnikami w Unii Europejskiej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 61 (4): 47-51

Matysiak K., Adamczewski K. 2009. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin - kierunki badań w Polsce i na świecie. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 49 (4): 1810-1816

Matysiak K., Skrzypczak W., Kaczmarek K. 2013. Porównanie sposobów w stosowaniu regulatorów wzrostu i rozwoju w życie ozimym. *Fragmenta Agronomica*, 30 (1): 78-91

Podbielska M., Szpyrka E., Matyaszek A., Słowik-Borowiec M., Rupar J., Kurdziel A. 2016. Occurrence and estimation of pesticide residues in edible minor crops in southeastern Poland in 2013- 2014. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188:386

Ropek D., Kulig B. 2011. Wpływ uprawy mieszanki bobiku z owsem nagoziarnistym w systemie ekologicznym na występowanie szkodników. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 51(3): 1291-1295

Sobczak J., Szulc M., Matyjaszczyk E. 2016. Możliwości ochrony upraw ekologicznych przed chorobami w unii Europejskiej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 61 (4): 156-159

Tratwal A., Wielkopolan B., Bociankowski J. 2012. Znaczenie mieszanek międzyodmianowych w ograniczaniu porażenia pszenicy ozimej przez mączniaka prawdziwego. *Polish Journal of Agronomy*, 10, 30-35

Tratwal A., Nadziak J. 2016. Stabilność plonowania mieszanek i przydatność odmian jęczmienia jarego do komponowania zasiewów mieszanych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 56(3): 272-277

Węgorek P., Zamojska J., Bandyk A., Olejarski P. 2014. Wyniki monitoringu skuteczności działania substancji zapachowych do odstraszenia dzika od upraw polowych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 54(2): 159-162

Wykaz środków ochrony roślin zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym (dostęp 30.01.2017r.) <https://www.ior.poznan.pl>

Sistema Informativo Agricola Nazionale (dostęp 27.01.2017r.) <http://www.sian.it>

Registr přípravků na ochranu rostlin (dostęp 13.01.2017r.) <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR>

Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de culture autorisés en France (dostęp 23.01.2017r.) https://ephy.anses.fr/resultats_recherche

OF&G Organic. Approved Inputs (dostęp 27.01.2017r.) <http://ofgorganic.org/approved-input/>

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Zugelassene Pflanzenschutzmittel. Auswahl für den ökologischen Landbau nach der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (dostęp 24.01.2017r.) <http://www.bvl.bund.de>

Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave. Přípravky na ochranu rastlín (dostęp 24.01.2017r.) <http://www.uksup.sk/pripravky-na-ochranu-rastlin/>

Viešoji įstaiga „Ekoagros“. Medžiagos ir produktai leidžiami naudoti ekologinėje gamyboje. Augalų apsaugos produktai. Registruoti augalų apsaugos produktai (dostęp 24.01.2017r.) <http://www.ekoagros.lt/?mid=90>

Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Administration des services techniques de l'agriculture. Listes des produits phytopharmaceutiques. Produits autorisés en agriculture biologique (dostęp 24.01.2017r.)

https://saturn.etat.lu/tapes/tapes_fr_lst_tox.jsp?tox=BIO

Republika Hrvatska. Minsistarstvo Poljoprivrede. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja (dostęp 12.01.2017r.) <https://fis.mps.hr/TrazilicaSZB/Default.aspx?lan=hr-Hr>

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal. Növényvédő szerek adatbázisa. Használati útmutató (dostęp 27.01.2017r.) <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>

Liste de produits phytopharmaceutiques autorisés en Belgique et utilisables en agriculture biologique (dostęp 31.01.2017r.) <http://fytoweb.be>

Skuteczność działania preparatu EmFarma Plus i *Coniothyrium minitans* w odniesieniu do patogena wywołującego zgniliznę twardzikową

Marcelina Morelowska⁽¹⁾, Michał Świątek⁽²⁾, Tomasz R. Sekutowski⁽³⁾

¹Dolnośląskie Centrum Mikroorganizmów

²Instytut Technologii Mikrobiologicznych w Turku

³Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu

Marcelina Morelowska: marcelinam@probiolife.pl

Streszczenie

Zgnilizna twardzikowa jest chorobą roślin wywoływaną przez grzyb *Sclerotinia sclerotiorum*. Jednym ze sposobów ograniczania rozwoju tego patogena jest stosowanie biologicznych środków ochrony roślin zawierających *Coniothyrium minitans*. W rolnictwie ekologicznym i zrównoważonym coraz powszechniej stosowane są biologiczne czynniki, zawierające konsorcja mikroorganizmów, użyźniające glebę lub wpływające na jakość uzyskiwanych plonów. Celem pracy było sprawdzenie wzajemnego oddziaływania pomiędzy składnikami preparatu zawierającego *C. minitans* (Cm) i EmFarma Plus (EFP) oraz wpływu biobójczego wobec *S. sclerotiorum*, poprzez skojarzone zastosowanie Cm i EFP. Badanie pierwszej cechy wykonano w hodowlach stacjonarnych w wyciągu glebowym, natomiast drugiej cechy – metodą studzienkową poprzez analizę wpływu preparatów mikrobiologicznych na rozrost i cykl rozwojowy *S. sclerotiorum* na płytkach PDA. Wykluczono antagonistyczne oddziaływanie pomiędzy składnikami analizowanych preparatów. Z przeprowadzonych obserwacji działania preparatów Cm i EFP na *S. sclerotiorum* wynika, że ich mieszaniny, charakteryzują się zbliżoną skutecznością działania w ograniczaniu powstawania sklerocjów, jak preparat Cm zastosowany samodzielnie. Łączna inkubacja preparatów Cm i EFP przez cztery miesiące w wyciągu glebowym nie ogranicza aktywności składników mieszaniny wobec *S. sclerotiorum*.

Słowa kluczowe: *Sclerotinia sclerotiorum*, EmFarma Plus, *Coniothyrium minitans*, biopreparaty

Effectiveness of preparation EmFarma Plus and *Coniothyrium minitans* in reference to pathogen which cause Sclerotinia stem rot

Summary

Sclerotinia stem rot is a plants disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. One way to limit its growth is to apply plant protection products which, among others, include *Coniothyrium minitans*. In ecological and well-balanced agriculture, it's getting more and more popular to apply biological sources which are comprised of consortiums of microorganisms and enrich the soil or affect the quality of crops. The purpose of the experiment was to examine an interaction between ingredients of a preparation which include *C. minitans* (Cm) and EmFarma Plus (EFP) and biocidal influence towards *S. sclerotiorum*, through applying Cm and EFP. The research on the first trait has been performed in stationary breeding in a soil extract, whereas the second trait has been examined with a well method through the analysis of influence of these microbiological preparations on hyperplasia and developmental cycle of *S. sclerotiorum* on PDA plates. The adversarial reaction between ingredients of analysed preparation has been excluded. It can be concluded from a conducted observation of impact of Cm and EFP preparations on *S. sclerotiorum* that their mixtures are characterized by similar effectiveness of working in deprivation of formation of sclerotiums like preparation Cm applied independently. The cumulative incubation of preparations Cm and EFP for four months in a soil extract doesn't constrain activity of mixture's ingredients towards *S. sclerotiorum*.

Keywords: *Sclerotinia sclerotiorum*, EmFarma Plus, *Coniothyrium minitans*, biopreparations

1. Wstęp

Zgnilizna twardzikowa (*Sclerotinia sclerotiorum*), przez plantatorów nazywana białą pleśnią, jest jedną z chorób, które w ostatnich latach coraz częściej zagrażają plantacjom roślin uprawnych. Do najgroźniejszych patogenów, powodujących największe straty plonu

zalicza się chorobotwórcze grzyby (Starzycki i in. 2003). Sprawcą omawianej choroby jest polifagiczny grzyb *Sclerotinia sclerotiorum*, który poraża różne gatunki roślin dwuliściennych, zarówno typowe gatunki polowe (tj. rzepak ozimy, ziemniak, tytoń, słonecznik, soję) jak i rośliny warzywne (np. kapustę, kalafior, brokuł, marchew, pietruszkę, seler, sałatę, pomidor, paprykę, fasolę) (Weber 2002).

Zgnilizna twardzikowa jest chorobą wyjątkowo trudną do zwalczania. Pierwotnym źródłem infekcji jest patogen występujący w glebie, w formie spoczynkowej (sklerocja) (Starzycki i Starzycka, 1999). Omawiana choroba w dużym stopniu wpływa na obniżenie plonu roślin uprawnych (Weber, 2002; Starzycka i in., 2008; Starzycki i Starzycka, 1999). Ekonomiczny próg szkodliwości dla sprawcy tej choroby, jest bardzo niski, gdyż wynosi zaledwie 1-2 sklerocja na powierzchnię 1 m². Za infekcję pierwotną odpowiedzialne są sklerocja, których okres zalegania w glebie wynosi od 8 do nawet 15 lat. Patogen może rozwijać się w dwojaki sposób: sklerocjum kiełkuje w strzępkę grzybni, która zaczyna porażać korzenie i dolne fragmenty roślin lub sklerocjum wytwarza apotecjum, czyli owocnik, który wyrasta ponad powierzchnię gleby i w nim tworzą się wiatropylne zarodniki (askospory), które powodują infekcje zarówno w niższych jak i wyższych partiach roślin uprawnych. Omawiany patogen pojawia się zwykle w okresie kwitnienia i powoduje powstawanie, na łodygach roślin uprawnych, jasnych plam z nalotem białej grzybni (Starzycka i in., 2009).

Wśród zarejestrowanych obecnie fungicydów przeznaczonych do zwalczania zgnilizny twardzikowej, przeważają głównie syntetyczne środki ochrony roślin o działaniu systemicznym. Niestety ich skuteczność w ograniczaniu omawianej choroby jest bardzo różna i uzależniona jest najczęściej od bardzo wielu czynników m.in. warunków atmosferycznych czy terminu wykonania zabiegu. Ponadto fungicydy są stosowane zazwyczaj w momencie pojawienia się pierwszych objawów choroby, niestety jest to wówczas działanie jedynie interwencyjne, które co prawda ogranicza porażenie na roślinie uprawnej, ale nie zmniejsza rezerwuaru zarodników przetrwalnikowych (sklerocjów) w glebie.

Spore zainteresowanie budzą biologiczne metody ochrony roślin. Dążąc do zrównoważonego rozwoju rolnictwa, coraz częściej wprowadzane są do praktyki rolniczej środki o charakterze biologicznym (Piwowar, 2015; Tomalak, 2010). Przy tworzeniu nowych biologicznych preparatów ochrony roślin wykorzystywane jest zjawisko antagonistycznego oddziaływania różnych mikroorganizmów lub produktów ich metabolizmu wobec fitopatogenów, (Grzegorzczak i in., 2015; Kempka, 2014). Jednym z bardziej obiecujących rozwiązań w ochronie roślin uprawnych przed zgnilizną twardzikową może być zastosowanie

preparatów zawierających w swoim składzie czynnik biologiczny, antagonistyczny w odniesieniu do *S. sclerotiorum*, który stosowany jest dogłębowo, tuż przed wysiewem rośliny uprawnej. Przykładem mogą być preparaty, które w swoim składzie zawierają grzybnię *Coniothyrium minitans* (Luth i Eiben, 1995; Sansford, 1995). W przeciwieństwie do chemicznych środków ochrony roślin wykazują długotrwałe działanie, eliminując z gleby formy przetrwalnikowe, jak również grzybnie występującą w glebie i na powierzchni przechowywanych płodów rolnych. Warte uwagi są również biologiczne środki ochrony roślin zawierające mikroorganizmy, z których większość może być stosowana jako fungicydy (Matyjaszczyk, 2015; Lisiecki i in., 2014).

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie możliwości zwiększenia efektu biobójczego wobec *Sclerotinia sclerotiorum*, poprzez skojarzone zastosowanie preparatu EmFarma Plus i nadpasożytniczego *Coniothyrium minitans*.

2. Materiał i metody

W badaniach laboratoryjnych analizowano występowanie antagonizmu pomiędzy mikroorganizmami zawartymi w preparacie EmFarma Plus (EFP) oraz w handlowym preparacie do biologicznego przeciwdziałania występowaniu zgnilizny twardzikowej (*S. sclerotiorum*), zawierającego *Coniothyrium minitans* (Cm).

Badanie synergizmu oddziaływania mikroorganizmów zawartych w preparatach EFP i Cm przeprowadzono inokulując płytki PDA krążkiem agarowym PDA zawierającym tygodniową hodowlę *S. sclerotiorum* (metoda 1) lub zawiesiną *S. sclerotiorum* (metoda 2).

Materiał do badań laboratoryjnych stanowiły rozcieńczone roztwory preparatów mikrobiologicznych EFP i Cm oraz ich mieszaniny; roztwory przygotowywano w sterylnym wyciągu glebowym. Wyciąg glebowy do prowadzenia hodowli drobnoustrojów przygotowywano jako przesącz roztworu uzyskanego z mieszaniny gleby w wodzie destylowanej poddany dwukrotnej sterylizacji w autoklawie celem wyeliminowania wszelkich wegetatywnych i przetrwalnikowych form mikroorganizmów glebowych. Tak przygotowany wyciąg stanowił pożywkę do prowadzenia hodowli drobnoustrojów wprowadzanych razem z testowanymi preparatami mikrobiologicznymi. Badanie oceniające wzajemne relacje pomiędzy mikroorganizmami EFP, a Cm oceniano w następujących kombinacjach doświadczalnych:

- K1 – Cm zawieszony w wyciągu glebowym na początkowym poziomie $4,0 \cdot 10^3$ jtk/ml, inkubowany w temperaturze pokojowej przez dwa tygodnie;

- K2 – Cm zawieszony w wyciągu glebowym na początkowym poziomie $1,0 \cdot 10^3$ jtk/ml, inkubowany w temperaturze pokojowej przez dwa tygodnie;
- K3 – EFP rozcieńczony w wyciągu glebowym na początkowym poziomie ok. $2,5 \cdot 10^4$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej, inkubowany w temperaturze pokojowej przez dwa tygodnie;
- D1 – skojarzona hodowla w wyciągu glebowym zawierająca początkowo ok. $4,0 \cdot 10^3$ jtk/ml składnika preparatu Cm oraz ok. $2,5 \cdot 10^4$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej preparatu EFP, inkubowane w temperaturze pokojowej przez dwa tygodnie;
- D2 – skojarzona hodowla w wyciągu glebowym zawierająca początkowo ok. $1,0 \cdot 10^3$ jtk/ml składnika preparatu Cm oraz ok. $2,5 \cdot 10^4$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej preparatu EFP, inkubowane w temperaturze pokojowej przez dwa tygodnie.

Oddziaływania preparatów EFP, Cm oraz ich mieszanin wobec czynnika odpowiedzialnego za występowanie zgnilizny twardzikowej zrealizowano metodą studzienkową na płytkach PDA. Jako szczep wskaźnikowy wykorzystano ekotyp *S. sclerotiorum* 2182 wyizolowany z porażonych pędów rzepaku (zdeponowany w kolekcji Banku Patogenów i Badania ich Bioróżnorodności Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu). Szczep hodowano na podłożu PDA (25°C, tydzień) do wytworzenia sklerocjów, celem uzyskania hodowli inokulacyjnej do właściwego eksperymentu, w którym płytki zaszczepiono świeżym inokulum *S. sclerotiorum* za pomocą krążka agarowego zawierającego tygodniową hodowlę *S. sclerotiorum* lub za pomocą zawiesiny sporządzanej ze zhomogenizowanych sklerocjów. Do studzienek наносono po 150 µl zawiesiny preparatów mikrobiologicznych różniących się składem i zawartością składników biologicznie aktywnych:

- Cm0 – nierozcieńczony, zawierający ok. $4,5 \cdot 10^6$ jtk/ml składnika preparatu Cm,
- Cm1 – zawieszony w wodzie do zawartości ok. $1,0 \cdot 10^3$ jtk/ml składnika preparatu Cm,
- Cm2 – zawieszony w wodzie do zawartości ok. $4,0 \cdot 10^3$ jtk/ml składnika preparatu Cm,
- K1 – Cm zawieszony w wyciągu glebowym jw., inkubowany w temperaturze pokojowej przez kolejne 4 miesiące, w dniu przeprowadzenia eksperymentu o zawartości ok. $6,7 \cdot 10^4$ jtk/ml składnika preparatu Cm,
- K2 – Cm zawieszony w wyciągu glebowym jw., inkubowany w temperaturze pokojowej przez 4 miesiące, w dniu rozpoczęcia eksperymentu o zawartości ok. $2,2 \cdot 10^4$ jtk/ml składnika preparatu Cm;

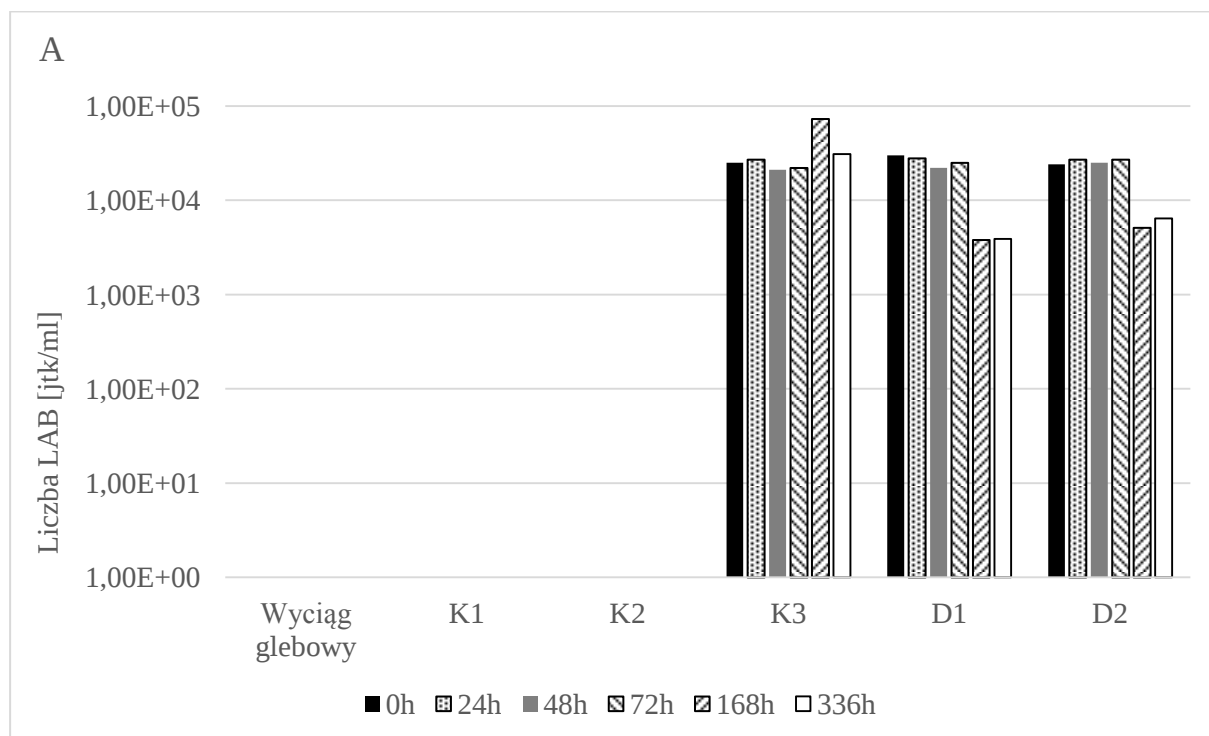
- EFP0 – nierozcieńczony, zawierający ok. $1,3 \cdot 10^7$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej,
- EFP1 – EFP rozcieńczony w wodzie, zawierający ok. $2,5 \cdot 10^4$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej,
- K3 – EFP rozcieńczony w wyciągu glebowym jw., inkubowany w temperaturze pokojowej przez 4 miesiące, w dniu rozpoczęcia eksperymentu o zawartości ok. $3,5 \cdot 10^4$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej;
- Cm0 + EFP0,
- Cm1 + EFP1,
- Cm2 + EFP1,
- D1 – skojarzona hodowla w wyciągu glebowym jw., inkubowana w temperaturze pokojowej przez 4 miesiące, w dniu rozpoczęcia eksperymentu o zawartości ok. $3,2 \cdot 10^3$ jtk/ml składnika preparatu Cm oraz ok. $3,9 \cdot 10^3$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej preparatu EFP;
- D2 – skojarzona hodowla w wyciągu glebowym jw., inkubowana w temperaturze pokojowej przez 4 miesiące, w dniu rozpoczęcia eksperymentu o zawartości ok. $1,1 \cdot 10^4$ jtk/ml składnika preparatu Cm oraz ok. $6,4 \cdot 10^3$ jtk/ml bakterii fermentacji mlekowej preparatu EFP.

Preparaty i hodowle w wyciągach glebowych monitorowane były pod kątem zmian w liczbie drobnoustrojów. Oceniano ogólną liczbę bakterii fermentacji mlekowej na podłożu MRS(BTL) z cykloheksamidem (Sigma-Aldrich) oraz ogólną liczbę grzybów na podłożu DRBC z różem bengalskim (Oxoid).

3. Wyniki

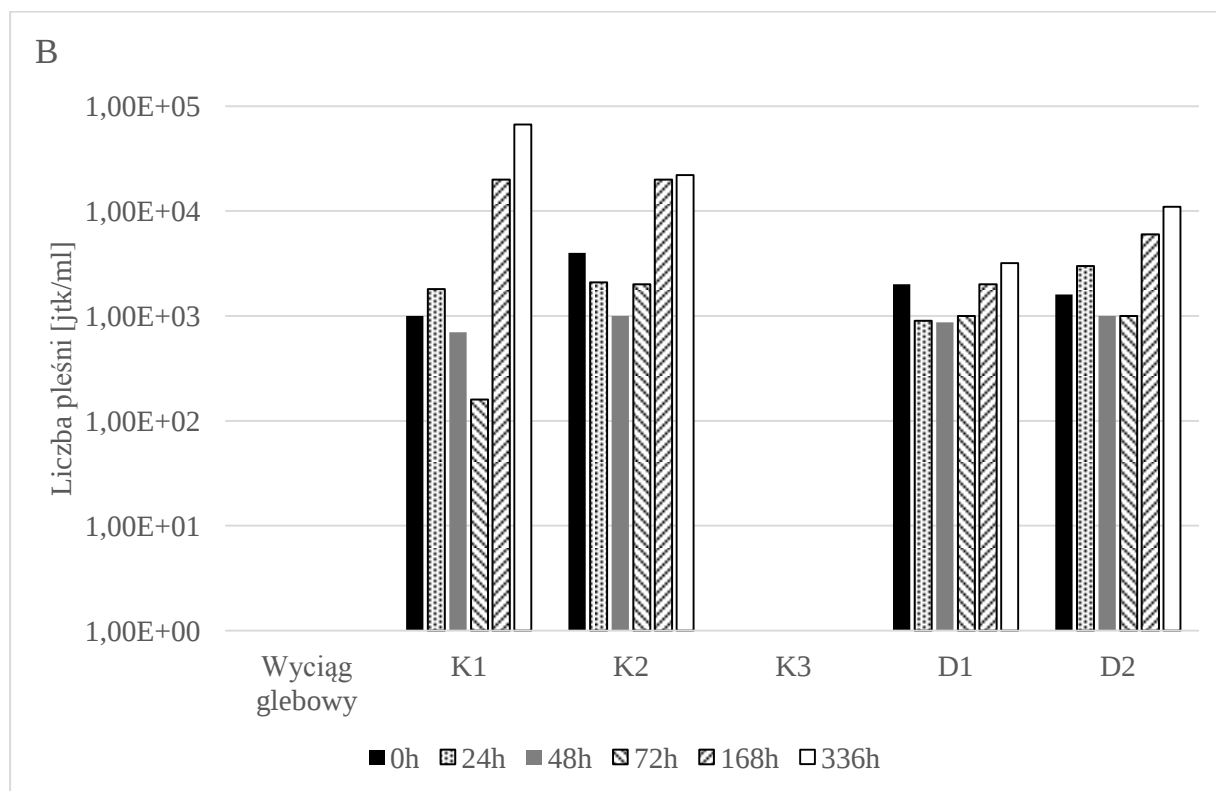
Badanie oceniające interakcje ekologiczne pomiędzy składnikami preparatów Cm i EFP wykonano w wyciągu glebowym, który pod względem chemicznym stanowi odwzorowanie warunków środowiska glebowego. Ze względu na specyfikę prowadzonych badań (analizy mikrobiologiczne oraz hodowla składników preparatów mikrobiologicznych w środowisku pozbawionym mikroflory towarzyszącej) zdecydowano o prowadzeniu badań w sterylizowanym wyciągu. Hodowle monitorowane były pod względem mikrobiologicznym (rys. 1 i 2). Nie wykazano negatywnego wpływu medium na składniki analizowanych preparatów mikrobiologicznych; brak ograniczeń w liczebności pleśni i bakterii fermentacji mlekowej odpowiednio dla preparatu Cm (hodowle K1 i K2) oraz EFP (hodowla K3). Wykluczono również występowanie wzajemnego antagonizmu pomiędzy bakteriami

fermentacji mlekowej zawartymi w tym samym preparacie EmFarma Plus, a grzybem *Coniothyrium minitans* (hodowle D1 i D2).

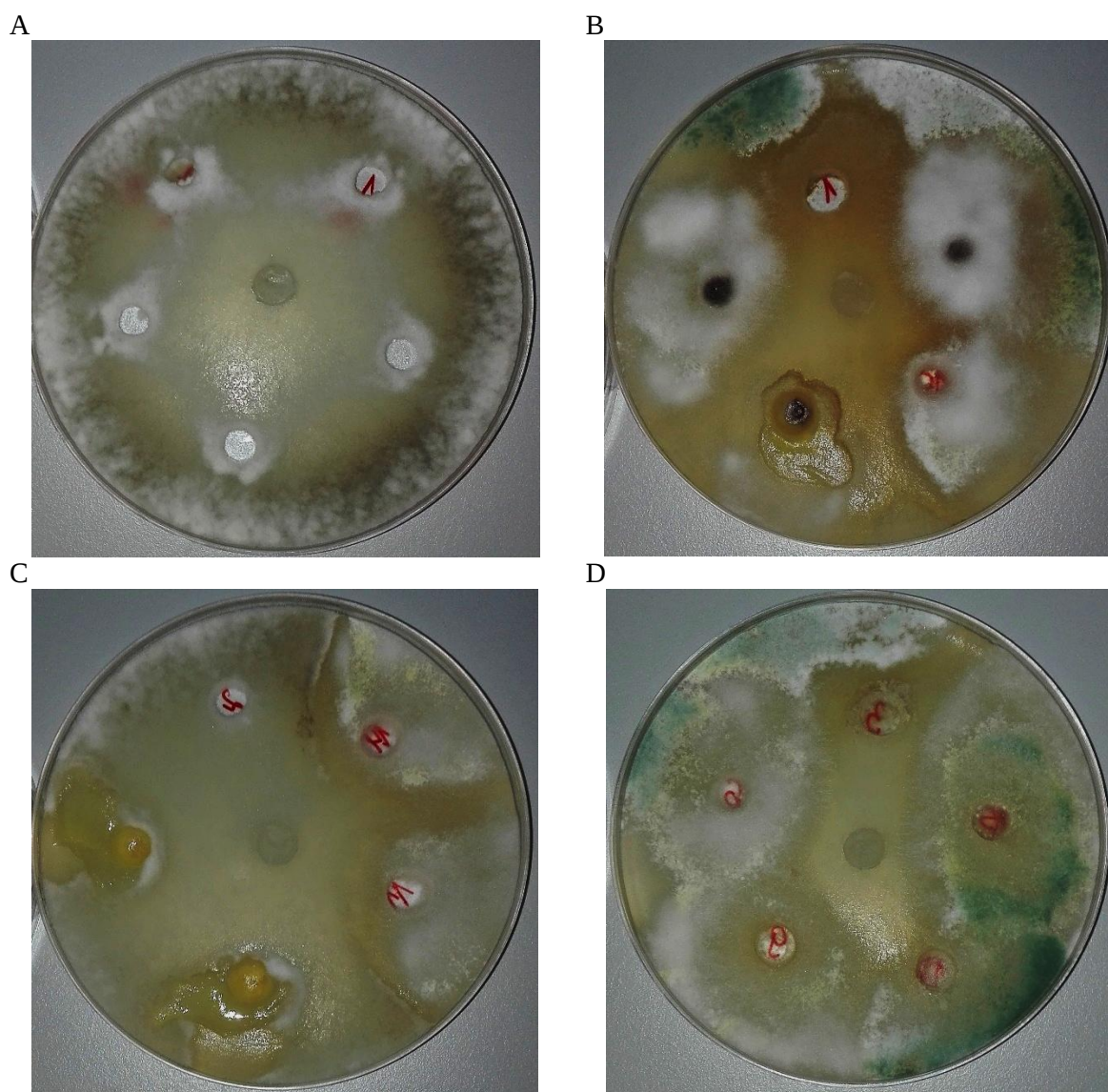


LAB – Liczba bakterii mlekowych

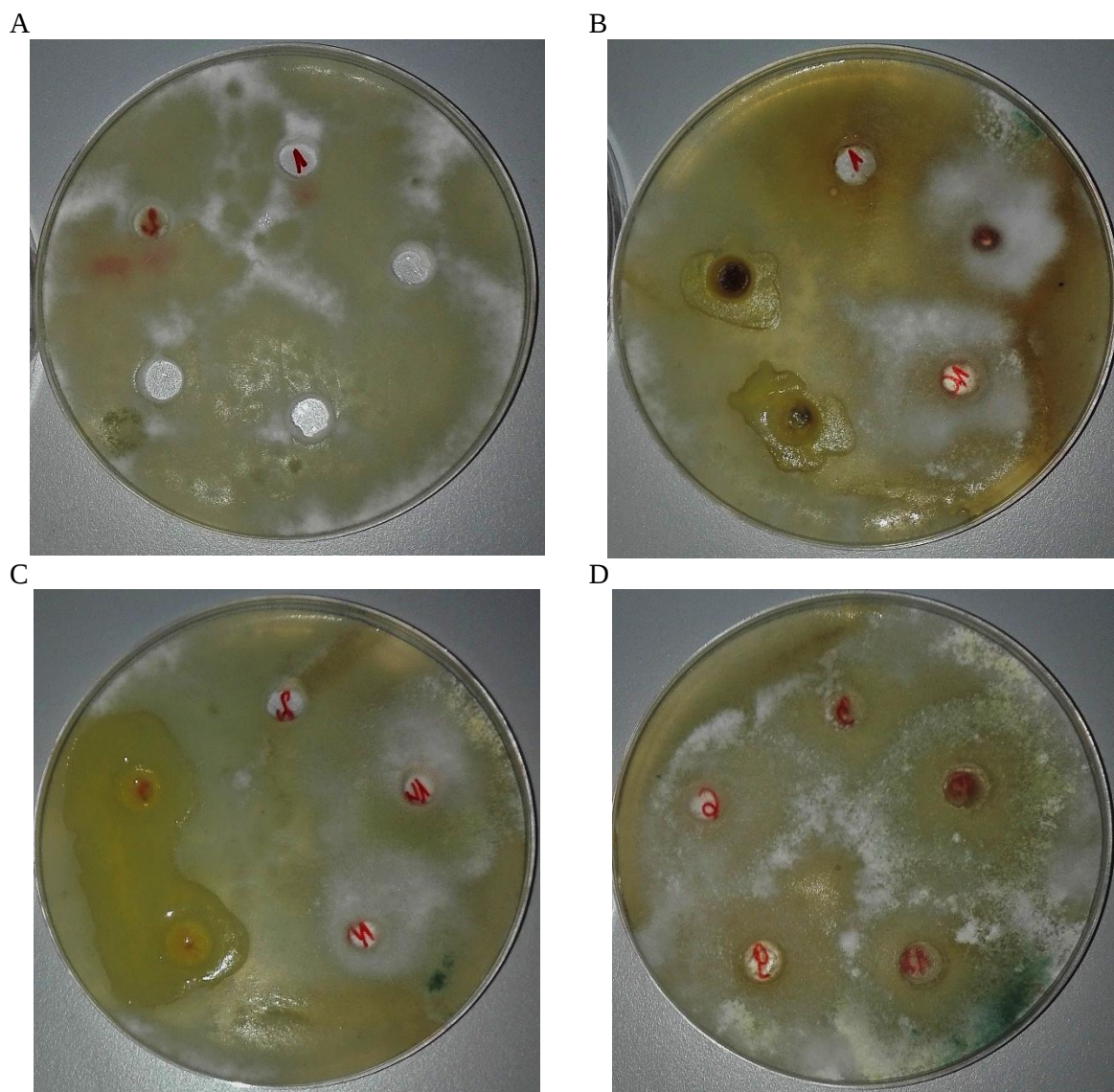
Rys. 1. Zmiana liczebności bakterii fermentacji mlekowej (A) oraz *C. minitans* (B) w kolejnych etapach hodowli prowadzonych na wyciągu glebowym



Rys. 2. Zmiana liczebności *C. minitans* w kolejnych etapach hodowli prowadzonych na wyciągu glebowym



Fot. 1. Wyniki badania aktywności wobec *S. sclerotiorum* na płytkach zaszczipianych metodą krążkową; A – płytka kontrolna z samym *S. sclerotiorum*, B – badanie wpływu preparatów Cm0, EFP0 i Cm0 + EFP0; C – badanie wpływu preparatów w rozcieńczeniach roboczych sporządzonych w wodzie Cm1, Cm2, EFP1, Cm1 + EFP1, Cm2 + EFP1; D – badanie wpływu preparatów sporządzonych w stężeniach roboczych sporządzonych w wyciągu glebowym K1-K3 i D1-D2.



Fot. 2. Wyniki badania aktywności wobec *S. sclerotiorum* na płytkach zaszczipianych zawiesiną *S. sclerotiorum*; A – płytka kontrolna z samym *S. sclerotiorum*, B – badanie wpływu preparatów Cm0, EFP0 i Cm0 + EFP0; C – badanie wpływu preparatów w rozcieńczeniach roboczych sporządzonych w wodzie Cm1, Cm2, EFP1, Cm1 + EFP1, Cm2 + EFP1; D – badanie wpływu preparatów sporządzonych w stężeniach roboczych sporządzonych w wyciągu glebowym K1-K3 i D1-D2.

Z obserwacji przeprowadzonych w trakcie całego eksperymentu (metoda 1 i 2) wynika, że *S. sclerotiorum* rozrasta się na płytce PDA niezależnie od rodzaju preparatu obecnego w studzience (EFP, Cm lub Cm w mieszaninie z EFP) i niezależnie od stężenia (roztwory stężone Cm0, EFP0 i Cm0 + EFP0 (Fot. 1B i 2B); rozcieńczone w wodzie do stężeń roboczych Cm1, Cm2, EFP1, Cm1 + EFP1, Cm2 + EFP1 (Fot. 1C i 2C); rozcieńczenia w wyciągu glebowym do stężeń roboczych K1-3 i D1-2 (Fot. 1D i 2D)). Same EFP nie wpływają w żaden sposób na dalszy rozwój pleśni na płytce PDA. W strefach okalających studzienki zawierające różne warianty Cm lub różne warianty Cm w mieszaninie z EFP plecha *S. sclerotiorum* zostaje przerosnięta przez Cm.

Wyniki badania wpływu preparatów sporządzonych na wyciągach glebowych wskazują na trwały efekt ograniczania rozwoju *S. sclerotiorum* po zastosowaniu Cm lub Cm w mieszaninie z EFP po czterech miesiącach od sporządzenia zawiesin (Fot. 1D i 2D). Badanie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych z wyeliminowaniem mikroflory towarzyszącej z wyciągu glebowego. Dlatego trudno jest ocenić stabilność Cm w glebie w warunkach polowych (zmienność mikroklimatu oraz obecność mikroflory autochtonicznej). Można jednak stwierdzić, że jednoczesne stosowanie EFP nie ogranicza aktywności Cm wobec *S. sclerotiorum*.

Tabela 1. Liczba dni do pojawienia się sklerocjów podczas 30-dniowej obserwacji płytek zaszczipionych *S. sclerotiorum* (opracowanie własne)

Symbol próbki preparatu	Sposób zaszczipienia płytki PDA grzybem <i>S. sclerotiorum</i>	
	Metoda 1	Metoda 2
Cm0	14	14
Cm1	Brak *	22
Cm2	Brak *	22
K1	Brak *	Brak *
K2	Brak *	Brak *
EFP0	Brak *	14
EFP1	Brak *	22
K3	Brak *	Brak *
Cm0 + EFP0	Brak *	14
Cm1 + EFP1	Brak *	22
Cm2 + EFP2	Brak *	22
D1	Brak *	Brak *
D2	Brak *	Brak *
Płytki kontrolna (bez preparatów mikrobiologicznych w studzienkach)	6	6

* brak sklerocjów w 30-tym dniu prowadzenia obserwacji

Pojawianie się sklerocjów na płytkach inokulowanych zawiesiną *S. sclerotiorum* po dwóch (w przypadku płytek zawierających preparaty stężone Cm0, EFP0, Cm0 + EFP0) oraz po trzech tygodniach (w przypadku płytek zawierających preparaty sporządzone „na świeżo” w wodzie Cm1, Cm2, EFP1, Cm1 + EFP1, Cm2 + EFP1) świadczy o różnej skuteczności dawki. Korzystniejsze efekty uzyskiwane są przy stosowaniu preparatów rozcieńczonych do postaci roztworów roboczych (tab. 1).

4. Dyskusja

Występowanie zgnilizny twardzikowej w uprawach stanowi poważne zagrożenie dla dochodowości działalności rolniczej (Starzycki i Starzycka, 1999). Celem przedstawionych badań była ocena możliwości skojarzonego stosowania znanych na rynku biologicznych preparatów ochrony roślin lub wspomagania upraw. Pierwszy z nich w swoim składzie zawiera szczep *C. minitans*, charakteryzujący się typową dla tego gatunku zjadliwością wobec szerokiego spektrum pleśni, w tym wobec fitopatogenicznego gatunku *S. sclerotiorum* (Grzegorzczuk i in. 2015). Drugi z analizowanych preparatów – EmFarma Plus – zawiera konsorcjum różnych grup mikroorganizmów (bakterie fermentacji mlekowej, inne bakterie, w tym bakterie purpurowe, oraz drożdże). Ten preparat oraz inne zawierające żywe kultury mikroorganizmów coraz powszechniej są stosowane w rolnictwie jako czynniki wspomagające w kształtowaniu właściwości gleby (użyźniacze), a również jako element strategii ukierunkowanej na uzyskiwanie wysokiej jakości plonu przy jednoczesnym ograniczeniu lub wyeliminowaniu stosowania syntetycznych środków ochrony roślin (Martyniuk, 2011; Piwowar, 2015).

W pierwszym etapie badań zostały ocenione wzajemne relacje ekologiczne pomiędzy składnikami mikrobiologicznymi preparatów Cm i EFP. W badaniach przeprowadzonych w warunkach modelowych, pozwalających na odzwierciedlenie chemicznych warunków środowiska, w którym oba preparaty są obecnie stosowane, wykazano brak antagonizmu pomiędzy mikroorganizmami zwartymi w obu preparatach. Są to po raz pierwszy przeprowadzone badania dla tych mikroorganizmów. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość zgodnego występowania składników obu preparatów w warunkach środowiska glebowego.

Konsekwencją wykazania braku antagonizmu pomiędzy składnikami preparatów Cm i EFP było zbadanie możliwości skojarzonego stosowania obu preparatów celem ograniczenia wzrostu lub rozwoju *S. sclerotiorum* w warunkach laboratoryjnych. Jakkolwiek nie wykazano wpływu żadnego z badanych wariantów preparatów mikrobiologicznych na wzrost *S. sclerotiorum*, to jednoznacznie wykazano istotne ograniczenie w rozwoju sklerocjów tego patogenu, czyli potencjalne ograniczenie możliwości występowania zgnilizny twardzikowej. Efekt taki uzyskano przy każdym z analizowanych wariantów preparatów bakteryjnych, jednak trwałość tego efektu była zróżnicowana i najdłużej utrzymywała się w kombinacji preparatów przygotowywanych w wyciągach glebowych i zastosowanych po czterech miesiącach inkubacji w temperaturze pokojowej.

Uzyskane wyniki ostatecznie stanowią podstawę do przypuszczania o możliwości skutecznego kontrolowania występowania zgnilizny twardzikowej na gruntach zakażonych przez *S. sclerotiorum* przy jednoczesnym stosowaniu preparatów Cm i EFP. Możliwość jednoczesnego stosowania takiego zestawu preparatów stanowi interesującą perspektywę dla rolnictwa pod szeroko pojmowanymi względami ekonomicznymi i ekologicznymi; możliwe jest wykonanie jednorazowo zabiegu ochronnego, pielęgnującego i użyźniającego, co skraca czas trwania czynności agrotechnicznych i liczbę przejazdów; możliwe jest ograniczenie stosowania syntetycznych środków ochrony i dokarmiania roślin nawozami mineralnymi, co z kolei wpisuje się w coraz bardziej powszechne trendy rolnictwa zrównoważonego.

Jak pokazują wyniki pracy Jain i in. (2012), stosowanie preparatów zawierających mikroorganizmy inne niż *C. minitans* może stanowić nawet alternatywny sposób biologicznej kontroli porażenia roślin przez *S. sclerotiorum*. W cytowanych badaniach wykazano pozytywny wpływ zastosowania konsorcjum *Pseudomonas aeruginosa* PJHU15, *Trichoderma harzianum* TNH27 i *Bacillus subtilis* BHHU100 na kształtowanie się systemicznej odporności roślin grochu na kolonizację fitopatogena.

Zrealizowane badania oraz wyniki zostaną zweryfikowane w warunkach rzeczywistych w uprawach polowych.

5. Podsumowanie

Składniki preparatów Cm oraz EFP nie wykazują wzajemnego antagonizmu i jest możliwe ich jednoczesne występowanie w tym samym środowisku. Składniki obu preparatów występują w równowadze przez długi okres inkubacji (cztery miesiące w temperaturze pokojowej), bez ograniczenia liczebności *C. minitans* oraz bakterii fermentacji mlekowej.

Stosowanie preparatów Cm i/lub EFP nie wpływa na wzrost wegetatywny *S. sclerotiorum*, ale wpływa na zaburzenie cyklu rozwojowego w efekcie sprzyjając powstrzymaniu rozwoju sklerocjów.

Efekt stosowania preparatów Cm i/lub EFP wykazuje ograniczoną trwałość w czasie, dlatego dla skutecznego kontrolowania rozwoju *S. sclerotiorum* i występowania zgnilizny twardzikowej istotne może być cykliczne stosowanie preparatów mikrobiologicznych.

Składniki preparatów Cm i EFP trwale zasiedlają wyciąg glebowy z jednoczesnym zachowaniem swojej aktywności wobec *S. sclerotiorum* nawet przez cztery miesiące inkubacji w temperaturze pokojowej. Może to wskazywać na szanse trwałego wprowadzenia *C. minitans* oraz bakterii fermentacji mlekowej w warunkach sezonu wegetacyjnego, przy optymalnych warunkach mikroklimatycznych.

Literatura

Grzegorzcyk, M., Szalewicz, A., Żarowska, B., Połomska, X., Wątopek, W., Wojtatowicz, M. 2015. Drobnoustroje w biologicznej ochronie roślin przed chorobami grzybowymi. *Acta Sci. Pol. Biotechnol.*, 14(2): 19-42.

Jain, A., Singh, S., Kumar Sarma, B. and Bahadur Singh, H. 2012. Microbial consortium-mediated reprogramming of defence network in pea to enhance tolerance against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 112: 537–550. doi:10.1111/j.1365-2672.2011.05220.x.

Kempka, J. 2014. Biologiczna ochrona roślin przed chorobami jako element integrowanej ochrony roślin. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Krakowie, 2-18.

Lisiecki, K., Lemańczyk, G., Juda, M., Koczwar, K. 2014. Mikroorganizmy jako alternatywa dla konwencjonalnej ochrony roślin przed chorobami. Część 1. *Nauki Techniczne*, 111-120.

Luth P., Eiben U. 1995. First results in the development of biocontrol agent against *Sclerotiniasclerotiorum*, the disease- causing agent of stem rot in oilseed rape. Rapeseed today and tomorrow, 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 4-7 July 1995, 4: 1275-1277.

Martyniuk, S. 2011. Skuteczne i nieskuteczne preparaty mikrobiologiczne stosowane w ochronie i uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny. *Post. Mikrobiol.*, 50(4): 321-328.

Piwoń, A. 2015. Środki biologiczne i biotechniczne w produkcji roślinnej. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 4: 92-102.

Sansford, C.E. 1995. Oilseed rape: development of stem rot (*Sclerotiniasclerotiorum*) and its effect on yield. Rapeseedtoday and tomorrow, 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 4-7 July 1995, 2: 634-636.

Starzycka E., Starzycki M., Kauzik M., Woś H., Cichy H., Budzianowski G. 2009. Ocena odporności rzepaku ozimego na porażenie przez *Leptosphaeria* spp. i *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary w doświadczeniach przeprowadzonych w Małyszynie i Borowie, w latach 2007-2009. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXX: 207-222.

Starzycki M., Starzycka E. 1999. Badania nad odpornością rzepaku na *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary w Polsce i na świecie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 20(1): 51-58.

Starzycki M., Starzycka E., Pszczółka J. 2003. Badania w hodowli odpornościowej rzepaku-osiągnięcia ostatnich lat. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2): 363-372.

Tomalak M. 2010. Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. Postępy w Ochronie Roślin, 50: 1053-1063.

Weber Z. 2002. Skuteczność biopreparatu Contans WG (*Coniothyrium minitans* Campb.) w ochronie rzepaku ozimego przed *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Rośl. Olei. 23(1): 151-156.

Możliwość wykorzystania aparatu Nitrat 2000 do oceny zawartości azotu w glebie

Piotr Ochal⁽¹⁾, Tamara Jadczyszyn⁽¹⁾

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia

Piotr Ochal: pochal@iung.pulawy.pl

Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania komercyjnego aparatu Nitrat 2000 do pomiaru stężenia jonów azotanowych w roztworze glebowym za pomocą jonoselektywnej elektrody. Wykorzystanie tego typu urządzeń umożliwia szybką ocenę ilości azotu dostępnego dla roślin, co jest niezwykle istotne przy ustalaniu pierwszej wiosennej dawki nawozu azotowego. Badania nad przydatnością aparatu przeprowadzono w IUNG-PIB w Puławach na 412 próbkach glebowych pobranych z pól produkcyjnych Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Kępa w Puławach. Próbkę glebową zostały pobrane z profilu glebowego do głębokości 90 cm z podziałem na warstwy co 30 cm. Następnie próbki zostały uśrednione i podzielone na dwie części. Jedną serię próbek poddano analizie w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG- PIB w Puławach zgodnie z normą PN-R-04028:1997. Drugą serię próbek analizowano zgodnie z instrukcją dołączoną do aparatu. Uzyskane w obu seriach wartości przeliczono na zawartość azotu azotanowego podaną w kilogramach na hektar. Porównano wyniki uzyskane dwiema metodami. Były one dobrze skorelowane; współczynnik korelacji obu metod wyniósł 0.927, a współczynnik determinacji był równy 0.859 %.

Słowa kluczowe: oznaczanie azotu azotanowego w glebie, aparat nitrat 2000, test N-min

The possibility of using Nitrat 2000 meter to evaluate nitrogen concentration in the soil

Summary

The aim of the study was to evaluate the possibility of using a commercially available Nitrat 2000 meter to measure the concentration of nitrate ions in a soil solution using an ionoselective electrode. Using this type of equipment allows a quick determination of the amount of available nitrogen for plants, which is extremely important when determining the first spring dose of nitrogen fertilizer. Studies on the usefulness of the meter were carried out in IUNG-PIB in Puławy, Poland, on 412 soil samples taken from the production fields of the Agricultural Experimental Station 'Kępa' in Puławy. Soil samples were collected from the soil profile to a depth of 90 cm, divided into layers every 30 cm. Next, the samples were averaged and divided into two parts. One part of the samples was sent to the laboratory to determine the content of nitric nitrogen in accordance with PN-R-04028:1997 standard, while the second part of the samples was tested according to the instructions supplied with the meter. The results obtained from both tests were converted to the concentration of nitrate nitrogen in kilograms per hectare and the results were then compared. The results of the determinations obtained by both methods were highly correlated. The correlation coefficient of both methods was 0,927, while the coefficient of determination was 0,859%.

Keywords: determination of nitrite nitrogen in the soil, Nitrat 2000 meter, test N-min

1. Wstęp

Azot jest podstawowym składnikiem decydującym o procesach wzrostu, rozwoju i plonowaniu roślin. Niemal 99% ogólnej ilości azotu na kuli ziemskiej znajduje się w atmosferze w formie cząsteczkowej N_2 , a tylko około 1% występuje w formie połączeń chemicznych z innymi pierwiastkami. Rośliny pobierają azot z gleby w formie amonowej NH_4^+ i azotanowej NO_3^- , a w szczególnych przypadkach także jako cząsteczki mocznika $CO(NH_2)_2$. Preferencje w stosunku do formy azotu (NH_4^+ lub NO_3^-), zależą od gatunku rośliny oraz od pH i temperatury gleby. (Fotyma i Mercik, 1995; Mercik, 2004; Filipek, 2006; Grzebisz, 2008).

Nadmiar mineralnych związków azotu, w tym pochodzących z nawozów, stwarza określone zagrożenia środowiskowe i może nawet oddziaływać ujemnie na wielkość i jakość plonu roślin (Fotyma i in., 2012; Jadczyższyn i Kosiński, 2013). Ponadto nawozy azotowe są jednym z najbardziej energochłonnych i drogich czynników produkcji rolnej, dlatego ich stosowanie w ilościach przekraczających potrzeby nawożenia skutkuje spadkiem opłacalności nawożenia. Istnieje zatem konieczność precyzyjnej oceny stanu odżywienia roślin azotem i zasobności gleb w ten pierwiastek (Fotyma, 2004; Fotyma, 2009).

Racjonalne nawożenie azotem powinno uwzględniać równocześnie cele produkcyjne, ekonomiczne i ekologiczne. Celem produkcyjnym jest uzyskiwanie dużych plonów o dobrej jakości, a celem ekonomicznym zapewnienie opłacalności nakładów w postaci nawozów. Azot mineralny pochodzący z nawozów musi być szybko pobierany przez rośliny, pod które nawozy są przeznaczone i nie powinien ulegać przemieszczeniu poza układ gleba – roślina (Fotyma, 2004; Grzebiś, 2008). Optymalne nawożenie wymaga określenia aktualnej zawartości azotu w glebie. Testy glebowe polegają na oznaczeniu różnych form składnika w warstwie gleby, w której rozwija się główna masa systemu korzeniowego. Wyróżnia się zasadniczo dwa typy testów glebowych: test azotu aktywnego i test azotu ruchomego. W pierwszym typie testów oznacza się ilość mineralnych form azotu, które przechodzą do łagodnych roztworów ekstrakcyjnych. Roztworami takimi są: $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ K}_2\text{SO}_4$, $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ CaCl}_2$ lub woda. W drugiej grupie testów oznaczenie azotu ruchomego polega na:

- oznaczeniu ilości składnika wydzielonego w toku krótkiej inkubacji
- oznaczeniu azotu związków organicznych ulegających łatwo kwaśnej lub alakalicznej hydrolizie lub azotu łatwo ulegającego utlenieniu (Fotyma i Mercik, 1995).

Dla potrzeb doradztwa nawozowego zaleca się stosowanie testu azotu mineralnego w glebie (tzw. test N_{min}), który służy również do oceny ryzyka środowiskowego związanego z przemieszczaniem się tego składnika w głąb profilu glebowego do wód podziemnych (Fotyma, 2009; Fotyma i in., 2010; Jadczyższyn i in., 2013; Jadczyższyn i Lipiński, 2017). Test ten jest bezpośrednią miarą zawartości dostępnego azotu w glebie. Analizy są wykonywane przez laboratoria okręgowych stacji chemiczno-rolniczych. Ograniczeniem dla praktycznego zastosowania testu N_{min} jest bardzo krótki czas od momentu rozmarzania gleby wiosną (co jest warunkiem pobrania próbek) do zastosowania nawozów, w którym należy wykonać potrzebne analizy. Rozwiązaniem tego problemu może być ocena zawartości azotu w glebie z wykorzystaniem zestawu Nitrat 2000 (rys. 1). Aparat dokonuje pomiaru zawartości azotanów w roztworze glebowym za pomocą jonoselektywnej elektrody umożliwiającej określenie aktywności jonów i ich stężeń w roztworach. Przy pomocy zestawu Nitrat 2000 analizy mogą być wykonane bezpośrednio w gospodarstwie, co eliminuje konieczność przesyłania próbek i wyników analiz, a więc znacznie skraca czas od momentu pobrania próbki gleby do momentu zastosowania nawozów.

Celem badań była ocena przydatności aparatu Nitrat 2000 do pomiarów zawartości azotu azotanowego (N-NO_3^-) w glebie w celu optymalizacji nawożenia azotem.



Rys. 1. Aparat Nitrat 2000 (fot. Piotr Ochal)

2. Materiał i metody

Badania nad przydatnością aparatu Nitrat 2000 przeprowadzono w Zakładzie Żywienia Roślin i Nawożenia IUNG-PIB w Puławach na 412 próbkach glebowych pobranych z pól doświadczalnych Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Kępa w Puławach. Próbkę glebową pobrano bardzo wczesną wiosną 2013 roku przed aplikacją pierwszej dawki nawozów azotowych pod oziminy, z profilu glebowego do głębokości 90 cm z podziałem na warstwy 0-30, 30-60 i 60-90 cm. Po dokładnym wymieszaniu (homogenizacji) każda próbka została podzielona na dwie części. Jedną część każdej próbki została poddana analizie w laboratorium na zawartość azotu azotanowego zgodnie z normą PN-R-04028:1997. W drugiej części każdej z próbek oznaczono zawartość azotu azotanowego przy pomocy zestawu Nitrat 2000 zgodnie z instrukcją dołączoną do aparatu.

Aparat Nitrat 2000 jest wysoko-opornościowym aparatem pomiarowym z selektywną elektrodą wzmacniającą napięcie w roztworze z azotanami. Ostatecznie sygnał trafia do przelicznika na $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$ i jest wyświetlany na ekranie. Aparat wykrywa stężenia od 0 do $1000 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$ i dokonuje pomiaru w zakresie -100 do 250 mV . Do kalibracji aparatu z włączoną elektrodą używa się dwóch roztworów o stężeniu $50 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$ i $500 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$

służących do oceny elektrody na początku serii pomiarów. Jonoselektywna elektroda jest elektrodą membranową z PVC w kombinacji z elektrodą referencyjną (Ag/AgCl). Wymienna błona jest sporządzona ze specjalnego organicznego wymienniacza jonowego zanurzonego w organicznym roztworze w obudowie matrycy PVC. Cała elektroda wbudowana jest w materiał z tworzywa sztucznego. Elektroda jest złączona w kombinację z referencyjną elektrodą Ag/AgCl. Wewnętrznym elektrolitem jest 0,1 M roztwór KCl wysycony AgCl. Elektrolit ten kontaktuje się przez dwie ceramiczne błony na końcu elektrody (Nitrat... 2008).

Oznaczenia aparatem Nitrat 2000 wykonuje się w próbce świeżej. Glebę należy rozdrobnić, odważyć próbkę o masie 100g i wsypać ją do plastikowej butelki o pojemności 250 ml. Następnie należy dodać 100 ml roztworu ekstrakcyjnego 1% $KAl(SO_4)_2$ i wytrząsać przez 30 minut. Po osadzeniu cząstek gleby można pobrać roztwór do pomiaru, a w przypadku roztworu w którym cząstki gleby opadają bardzo wolno można użyć sączka 6 MN, i mierzyć zawartość NO_3^- po przesączeniu. Po zanurzeniu jonoselektywnej elektrody należy roztwór lekko zamieszać, a po upływie 1-2 minut odczytać wskazanie aparatu.

Do przeliczania mierzonej zawartości azotu azotanowego podanego jako $mg\ NO_3^-/l$ na $kg\ N/ha$ wg Nitscha należy zastosować następujące równanie w przypadku stosunku roztworu ekstrakcyjnego do gleby 1:1. Przy zmianie stosunku np. 2:1 wynik należy przemnożyć przez 2.

$$Kg\ NO_3^- N/ha = \frac{M(mgNO_3^-/l) * (100 + Bf) * 1,5 * 3 * 0,2258}{(100 - Bf)}$$

$$Kg\ NO_3^- N/ha = \frac{M(mgNO_3^-/l) * (100 + Bf) * D * d}{(100 - Bf)}$$

M - odczytana zawartość z aparatu Nitrat 2000

D - ciężar właściwy gleby = $1,5\ kg/dm^3$

Bf – wilgotność gleby (%)

d - miąższość warstwy ornej = 3 dm

F_{N/NO_3} – współczynnik przeliczeniowy NO_3 na N = 0,226

Uzyskane wyniki badań z obydwu testów przeliczono na zawartość azotu azotanowego wyrażonego w kilogramach na hektar. Następnie porównano uzyskane wyniki

metodą statystyk opisowych oraz wykonano analizę korelacji. Analizy statystyczne wykonano programem Statistica 10.

3. Wyniki

Zawartości azotu azotanowego oznaczone aparatem Nitrat 2000 oraz metodą laboratoryjną przeliczono na zawartość azotu azotanowego w kg na 1 ha ($\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$) w celu ich porównania. W tabeli 1 przedstawiono wartości statystyki opisowej dla badanych zbiorów danych. Wyniki badań oznaczonych aparatem Nitrat 2000 oznaczono jako „Nitrat”, natomiast wyniki badań wykonane w laboratorium wg normy PN-R-04028:1997 oznaczono jako „GLACH” (skrót od nazwy: Główne Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG-PIB w Puławach) i dalej w pracy zamiennie posługiwano się tymi określeniami.

Tabela 1. Statystyki opisowe zbioru danych ($\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$) (opracowanie własne)

Metoda badań	Liczebność	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Skośność
Nitrat	412	31,3	20,7	1,4	147,1	28,251	1,538
GLACH	412	40,7	31,9	1,8	166,7	29,873	1,275

Wartość średnia oznaczona aparatem Nitrat 2000 wyniosła 31,3 $\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$ i była niższa od średniej oznaczonej w laboratorium wg normy PN-R-04028:1997 o 9,4 $\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$. Wartość mediany dla aparatu Nitrat 2000 wyniosła 20,7 $\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$ i także była niższa w stosunku do metody laboratoryjnej o 11,2 $\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$. Na podstawie przeprowadzonej analizy opisowej stwierdzono, że zbiór danych odbiegał znacznie od rozkładu normalnego i dlatego jako miarę przeciętną przyjęto medianę.

Bardzo interesujące jest porównanie różnic w ilości oznaczonego azotu azotanowego w tej samej próbce w kontekście dokładności i przydatności badanego aparatu do wyceny ilości dostępnego azotu azotanowego dla roślin. W tabeli 2 przedstawiono rozkład liczebności 412 przebadanych próbek pod kątem różnicy w ilości oznaczonego składnika.

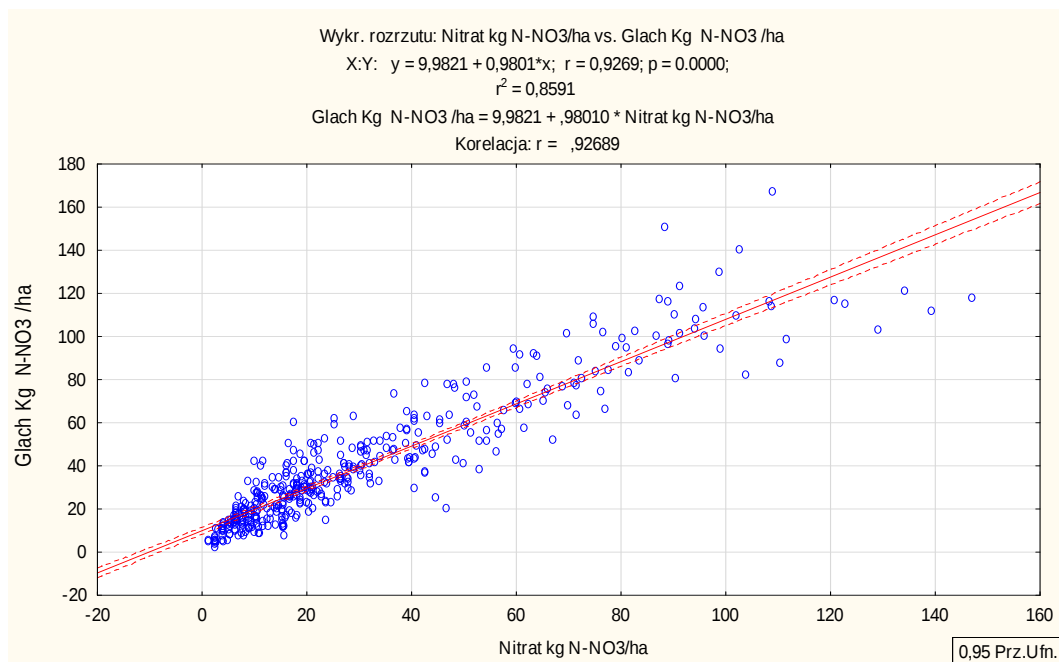
Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że tylko w 13,8% przebadanych próbek oznaczono więcej azotu azotanowego aparatem Nitrat 2000 w stosunku do obecnie obowiązującej metody stosowanej w laboratoriach okręgowych stacji chemiczno-rolniczych, a także w GLACH. W pozostałych przebadanych próbkach więcej azotu azotanowego ($\text{kg N-NO}_3^-/\text{ha}$) oznaczono w laboratorium. Różnicę w ilości oznaczonego azotu w przedziale $\pm 10 \text{ kg N-NO}_3^-/\text{ha}$ w próbce stwierdzono w 56,3% przebadanych próbek. Natomiast różnice w zakresie $\pm 20 \text{ kg N-NO}_3^-/\text{ha}$ w próbce odnotowano w 86,8% próbek, co można uznać za wynik dobry.

Tabela 2. Różnica w ilości oznaczonego azotu (kg N-NO₃⁻/ próbki) w zależności od metody badań (opracowanie własne)

Różnica (Glach vs. Ntrat)	Liczba próbek	Skumulowana liczebność	Procent	Skumulowany procent
-30<x<=-20	6	6	1,5	1,5
-20<x<=-10	9	15	2,2	3,6
-10<x<=0	42	57	10,2	13,8
0<x<=10	190	247	46,1	60,0
10<x<=20	111	358	26,9	86,9
20<x<=30	33	391	8,0	94,9
30<x<=40	18	409	4,4	99,3
40<x<=50	1	410	0,2	99,5
50<x<=60	1	411	0,2	99,8
60<x<=70	1	412	0,2	100,0
Braki	0	412	0,0	100,0

Następnie przeprowadzono analizę korelacji w celu stwierdzenia zależności pomiędzy zawartością azotu wyznaczonego różnymi metodami. Wyniki oznaczone obiema metodami były dobrze skorelowane (rys. 2). Współczynnik korelacji dla nich wyniósł 0.92689, a współczynnik determinacji $r^2 = 0,8591$. Zależność opisano równaniem:

$$\text{Glach} = 9,9821 + 0,98010 \cdot \text{Nitrat 2000}$$



Rys. 2 Zależność pomiędzy zawartością N-NO₃⁻ oznaczoną metodą (Nitrat 2000) i metodą laboratoryjną wg Polskiej Normy 04028:1997 (GLACH) (opracowanie własne)

4. Dyskusja

Elektrody jonoselektywne należą do najstarszej grupy czujników chemicznych, czyli sensorów potencjometrycznych, dla których wartość mierzonego napięcia (potencjału elektrody) dostarcza informacji o stężeniu w próbce określonych związków chemicznych. Obecnie elektrody jonoselektywne stanowią rutynowe narzędzie analizy chemicznej, wykorzystywane m.in. w urządzeniach kontrolnych w przemyśle, w analizie klinicznej do określania stężeń wybranych jonów we krwi, w analizie środowiskowej (Nitrat messung in ... 2008; Maksymiuk i Michalska, 2015).

Niestety w literaturze brakuje publikacji, w których naukowcy podejmowaliby próbę oceny przydatności aparatu Nitrat 2000, czy samych elektrod jonoselektywnych do oceny zawartości azotu azotanowego w roztworze glebowym. Wyjątek stanowi praca Jadczyszyn i Lipińskiego (2016), gdzie przedstawiono wstępne wyniki badań dla aparatu Nitrat 2000. Wyżej wymienieni autorzy uzyskali współczynnik determinacji $r^2 = 90,8\%$ oraz współczynnik korelacji 0,953. W badaniach własnych uzyskano współczynnik determinacji $r^2 = 85,9\%$, natomiast współczynnik korelacji wyniósł 0,927. Jak już wcześniej wspomniano pomiar aparatem Nitrat 2000 umożliwia oszacowanie zawartości azotu azotanowego. Natomiast aby oznaczyć zawartość azotu mineralnego konieczne byłoby zastosowanie elektrody jonoselektywnej w stosunku do azotu amonowego. W związku z tym uzyskane wyniki z pomiarów aparatem Nitrat 2000 należy ocenić z wykorzystaniem tabeli 3 lub 4.

Tabela 3. Ocena zasobności gleby w azot azotanowy (N-NO_3^-) w warstwie 0-60 cm (Jadczyszyn i Lipiński, 2017)

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość N-NO_3^- w warstwie 0-60 cm w kg/ha				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	do 12	13-20	21-31	32-49	od 50
Lekka	do 19	20-30	31-44	45-68	od 69
Średnia i ciężka	do 25	26-40	41-56	56-80	od 81

Tabela 4. Ocena zasobności gleby w azot azotanowy (N-NO_3^-) w warstwie 0-90 cm (Jadczyszyn i Lipiński, 2017)

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość N-NO_3^- w warstwie 0-90 cm w kg/ha				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	do 17	18-28	29-44	45-69	od 70
Lekka	do 26	27-43	44-63	64-96	od 97
Średnia i ciężka	do 35	36-55	56-78	79-114	od 115

Badania nad testem azotu mineralnego rozpoczęto w Europie już pod koniec lat 60. i z początkiem lat 70., a w Polsce dopiero na początku lat 90. ubiegłego wieku. Wzrost zainteresowania tym testem notuje się na początku lat 90., a głównym impulsem było ustanowienie dyrektywy azotanowej w 1991 roku dotyczącej jakości wód pitnych, na którą wpływ może mieć racjonalne stosowanie nawozów azotowych.

Test ten polega na oznaczeniu zawartości mineralnych form azotu w warstwie gleby, w której rozmieszczona jest główna masa korzeni roślin. Zawartość azotu mineralnego (suma $N-NO_3$ i $N-NH_4$) wyrażana jest w kg/ha do analizowanej głębokości w profilu glebowym i w przeciwieństwie do testów fosforu i potasu bezpośrednio odnoszona do potrzeb pokarmowych roślin. Test opracowano przede wszystkim dla potrzeb doradztwa nawozowego i stosowany jest do uściślenia pierwszej dawki nawozów azotowych. Ponadto test ten może być stosowany również do oceny ilości azotu pozostającego w glebie jesienią po sprężeniu roślin. Próbkę gleby do celów doradztwa nawozowego pobiera się wczesną wiosną przed zastosowaniem nawozów azotowych, do głębokości 90 lub przynajmniej 60 cm z podziałem na warstwy o miąższości 30 cm. Analizy chemiczne wykonywane są w świeżym materiale. Próbkę glebową do czasu analiz mogą być przechowywane do trzech dni w temperaturze nie wyższej niż $2-5^{\circ}C$; w stanie zamrożonym (temp. $-18^{\circ}C$). Tak samo należy postępować z próbkami gleby pobranymi do badań aparatem Nitrat 2000. Wyniki badań zasobności gleby w azot ocenia się na podstawie ilości składnika w glebie wyrażonej w kg/ha oraz kategorii agronomicznej w zależności od głębokości pobierania próbek glebowych (tab. 5 i 6).

Tabela 5. Ocena zasobności gleby w azot mineralny ($N-NO_3 + N-NH_4$) w warstwie 0-60 cm (Fotyma i in., 1998)

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość N min w warstwie 0-60 cm w kg/ha				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	do 30	31-50	51-70	71-90	od 90
Lekka	do 40	41-60	61-80	81-90	od 100
Średnia i ciężka	do 50	51-70	71-90	91-100	od 100

Tabela 6. Ocena zasobności gleby w azot mineralny ($N-NO_3 + N-NH_4$) w warstwie 0-90 cm (Fotyma i in., 1998)

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość N min w warstwie 0-90 cm w kg/ha				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	do 40	41-65	66-85	86-120	od 120
Lekka	do 50	51-80	81-105	106-130	od 130
Średnia i ciężka	do 60	61-70	91-115	116-140	od 140

Aktualnie w kraju coraz większego znaczenia nabiera ocena zawartości azotu mineralnego w glebie w celu optymalizacji nawożenia upraw azotem (Fotyma i in. 2004, Fotyma 2009, Jadczyzyn i in. 2013, Jadczyzyn i Lipiński 2017). Bardzo ważnym aspektem w tej dziedzinie chemii rolnej jest rozwój prostych, szybkich a przede wszystkim dokładnych urządzeń pozwalających określić ilość dostępnych składników pokarmowych dla roślin.

5. Wnioski

1. Aparat Nitrat 2000 jest urządzeniem które można wykorzystywać do oznaczania zawartości azotu azotanowego w glebie dla potrzeb doradztwa nawozowego. Zawartości azotu azotanowego (N-NO_3^-) w badanych próbkach oznaczone obiema metodami były dobrze skorelowane. Współczynnik korelacji obu metod wyniósł $r=0.927$, natomiast współczynnik determinacji $r^2=0.859\%$.
2. Różnica ilości azotu oznaczonego metodą tradycyjną a aparatem Nitrat 2000 w badanych próbkach dla mediany była wyższa średnio o 11,2 kg N-NO_3^- w próbce. W 13,8% próbek przebadanych metodą laboratoryjną oznaczono mniej N-NO_3^- niż aparatem Nitrat 2000.
3. Około 56,3% przebadanych próbek różniła się oznaczona zawartością N-NO_3^- w próbce ± 10 Kg N-NO_3^- , natomiast kolejne 28,7% od ± 10 do 20 kg N-NO_3^- .
4. Pełna ocena zasobów azotu mineralnego jest możliwa w przypadku zastosowania elektrody selektywnej w stosunku do jonów amonowych. Niemniej jednak na podstawie przeprowadzonych badań można polecać ten aparat do oceny zawartości azotu azotanowego w glebie.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.6 w programie wieloletnim IUNG-PIB

Literatura

- Filipek T. (red.) 2006: Chemia rolna. Praca zbiorowa Wydawnictwo AR Lublin. ss. 282.
- Fotyma M., Mercik S. 1995: Chemia rolna. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa. ss. 356.
- Fotyma E., Wilkos G., Pietruch Cz. Test glebowy azotu mineralnego. Materiały szkoleniowe, IUNG, Puławy, 1998, 69/98, ss. 48.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz. 2004: Zawartość azotu mineralnego w glebach gruntów ornych w Polsce. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization 3: 11-54.

Fotyma M. 2009: Monitoring of N_{min} content in soils of Poland. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization 37: 108-128.

Fotyma M., Kęsik K., Pietruch Cz. Azot mineralny w glebach jako wskaźnik potrzeb nawozowych roślin i stanu czystości wód glebowo-gruntowych. Nawozy i Nawożenie, 2010, 38: 5-83.

Fotyma M., Igras J., Kopiński J.: Nitrogen utilization and diffuse losses in agricultural crop production. W: Temporal and spatial differences in emission of nitrogen and phosphorus from Polish territory to the Baltic Sea. Praca zbiorowa pod redakcją J. Igrasa i M. Pastuszek. IUNG-PIB Puławy, MIR Gdynia, 2012: 111-159.

Grzebisz W. 2008. Nawożenie roślin uprawnych 2. PWRiL, Poznań, ss. 376.

Jadczyzyn T., Kopiński J. 2013: Produkcyjne i środowiskowe aspekty nawożenia azotem. Studia i Raporty IUNG-PIB 34 (8): 27-46.

Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W.: Nawożenie mineralne na gruntach ornych i użytkach zielonych. Puławy, Wyd. IUNG-PIB, Puławy 2013, ss. 24.

Jadczyzyn T., Lipiński W. 2016. Optymalizacja nawożenia azotem przy pomocy testu N_{min} . Studia i Raporty IUNG-PIB 48 (2): 9-17.

Jadczyzyn T., Lipiński W. 2017. Praktyczne wykorzystanie testu N_{min} w doradztwie nawozowym, IUNG-PIB-Puławy Materiały szkoleniowe nr 107: ss.18.

Maksymiuk K., Michalska A. 2015. Chemik 69: 373-382.

Mercik S. (red.) 2004: Chemia rolna. Wydawnictwo SGGW Warszawa. ss.287.

Nitrat messung in böden und pflanzen.mid dem „Nitrat 2000” - instrukcja stosowania aparatu nitrat 2000. 2008 ss. 20.

PKN: PN-R-04028:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby, pobieranie próbek i oznaczanie zawartości jonów azotowych i amonowych w glebach mineralnych.

Rutkowska A. 2014.Racjonalne i efektywne nawożenie azotem. Studia i raporty IUNG-PIB 37 (11): 33-46.

Syntetyczny wskaźnik żyzności gleb jako narzędzie do oceny stanu agrochemicznego gleb w Polsce*

Piotr Ochal⁽¹⁾

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia

Piotr Ochal: pochal@iung.pulawy.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono sposób wyznaczenia syntetycznego wskaźnika agrochemicznej żyzności gleb (SWŻG), wyznaczono klasy żyzności oraz przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika i udział (%) próbek w klasach żyzności. Do wyznaczenia SWŻG wykorzystano wyniki badań właściwości agrochemicznych gleb gruntów ornych w Polsce przeprowadzonych przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze (OSCh-R) w latach 2005 - 2008. Baza obejmuje dane liczbowe dla odczynu (pH_{KCl}), zawartości przyswajalnych form fosforu (P_2O_5), potasu (K_2O) i magnezu (Mg) oraz dane jakościowe dla kategorii agronomicznych gleb. Do obliczeń wykorzystano 957 551 obserwacji z bazy danych zawierającej 974 624 rekordów. W sposób szczegółowy przedstawiono przygotowanie dużych zbiorów do analizy statystycznej. Do wyznaczenia równania SWŻG zastosowano analizę czynnikową, dokonano podziału wartości wskaźnika na 5 klas żyzności oraz przeprowadzono weryfikację wskaźnika w stosunku do średnich plonów zbóż oraz zużycia nawozów mineralnych w województwach w oparciu o dane statystyki masowej.

Słowa kluczowe: syntetyczny wskaźnik żyzności gleb, klasy żyzności gleb, właściwości agrochemiczne gleb

Synthetic index of soil fertility as a tool for assessing the agrochemical condition of soils in Poland

Summary

In this work, we present the method of determining a synthetic index of soil fertility, determine soil fertility classes, and show a spatial variability of this index and the percentage (%) of the samples in individual fertility classes. The synthetic index of soil fertility was determined using the results of studies on the agrochemical properties of arable soils in Poland carried out by regional chemical and agricultural stations in the years of 2005-2008. The database includes pH values for the soil reaction, contents of available phosphorus (P_2O_5), potassium (K_2O) and magnesium (Mg), as well as quality data for agronomic categories of soils. The calculation were performed using 957,551 observations from a database of 974,624 records. A detailed description of the preparation of large collections for statistical analysis has been provided. To determine the synthetic index of soil fertility equation, the factor analysis was applied. The index value was divided into 5 classes of fertility. Next, the index was verified against average cereal yields and mineral fertilizer use in Polish voivodships based on the data of mass statistics.

Keywords: synthetic index of soil fertility, soil fertility classes, agro-chemical properties of soils

1. Wstęp

Żyzność gleby jest to jej zdolność do zaopatrywania roślin w składniki mineralne oraz wodę (Fotyma i Mercik 1995, Grzebisz 2008). W glebie wyróżnić można fazy stałą, ciekłą i gazową oraz fazę biologicznie czynną, w skład której wchodzi korzenie roślin (Łabętowicz, 2000). Z uwagi na złożoność procesów składających się na żyzność gleby i odmienne podejście metodyczne często, jakkolwiek umownie, wydziela się żyzność biologiczną, chemiczną i fizyczną.

Do oceny stanu agrochemicznego gleb w Polsce wykorzystuje się pojedyncze wskaźniki tj. stan odczynu gleb, oraz zawartości w glebie przyswajalnych form fosforu,

potasu oraz magnezu. Wyniki badań agrochemicznych są wykorzystywane do oceny stanu zasobności gleb w jednostkach administracyjnych i w skali całego kraju (Lipiński, 2005). Dotychczasowe zestawienia wykonywane były w układzie skategoryzowanym z wydzielaniem udziału próbek zaliczanych do jednej z przyjętych w Polsce kategorii (klasy) odczynu i zawartości poszczególnych składników mineralnych. W poszczególnych dyscyplinach nauk rolniczych dąży się do opracowania syntetycznych wskaźników produktywności i żyzności gleb, obejmujących możliwe szeroki zakres parametrów szczegółowych. Do wskaźników tych należy zaliczyć wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (WRPP) (Witek i Górski, 1977), wskaźnik jakości fizycznej gleby (S) (Dexter, 2004a, b, c), wskaźnik jakości biologicznej (Kucharski, 1997; Myśków i Zięba, 1997). Jeśli chodzi o wskaźniki agrochemicznej żyzności gleby każdy z parametrów jest traktowany oddzielnie, a jedynym wskaźnikiem dla cech pojedynczych jest tzw. wskaźnik bonitacji negatywnej (lub niekiedy pozytywnej) Riehma (Obojski i Strączyński, 1995). Jest to procentowy udział gleb wykazujących bardzo niską i niską oraz połowa udziału gleb wykazujących średnią zawartość danego składnika. Syntetyczny wskaźnik jest konieczny przede wszystkim dla opracowań rejonizacyjnych w skalach jednostek administracyjnych czy hydrologicznych. Próbę wyznaczenia tego wskaźnika podjęła Filipiak (2010).

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie syntetycznego wskaźnika agrochemicznej żyzności gleby (SWŻG) oraz określenie terytorialnego zróżnicowania wskaźnika syntetycznego.

2. Materiał i metody

W pracy wykorzystano wyniki badań właściwości agrochemicznych gleb gruntów ornych w Polsce przeprowadzonych przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze (OSCh-R) w latach 2005 - 2008. Wyniki te udostępniono IUNG-PIB w formie bazy danych, której rekordy odpowiadały punktom pobierania próbek w kolejnych latach badań. Baza obejmuje dane liczbowe dla odczynu (pH_{KCl}), zawartości przyswajalnych form fosforu (P_2O_5), potasu (K_2O) i magnezu (Mg) oraz dane jakościowe dla kategorii agronomicznych gleb. Do obliczeń wykorzystano 957 551 obserwacji z bazy danych zawierającej 974 624 rekordów.

Ze względu na cel i różnorodność stosowanych metod statystycznych praca ma charakter metodyczny. Stąd też szczególny nacisk położono na opis sposobu przygotowania i opracowania wyników bardzo licznego zbioru obserwacji. Przed podjęciem analiz statystycznych ze zbioru danych usunięto niekompletne rekordy, w których brakowało niektórych z badanych cech (pH_{KCl} , P_2O_5 , K_2O , Mg, kategoria agronomiczna), lub cechy te

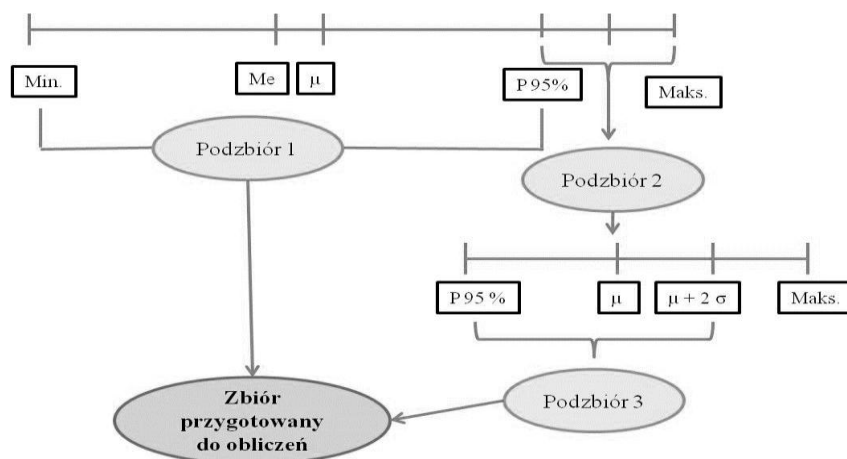
miały wartości zerowe. Na tej podstawie z bazy danych usunięto 9120 rekordów. W kolejnym kroku przygotowanie zbioru danych do obliczeń podzielono na dwa etapy. Pierwszy etap - merytoryczny, polegał na oczyszczeniu zbioru danych z obserwacji skrajnie odstających, a drugi etap - statystyczny polegał na usunięciu tzw. błędów grubych.

Kryteria merytoryczne

Na podstawie danych literaturowych oraz wiedzy autora z bazy danych usunięto rekordy zawierające obserwacje skrajnie odstające. Dla odczynu gleby wyeliminowano wyniki $< \text{pH } 3,0$ i $> \text{pH } 10,0$, dla fosforu i potasu wyniki zawartości $> 100 \text{ mg P}_2\text{O}_5/\text{K}_2\text{O} \cdot 100\text{g}^{-1}$ gleby, a dla magnezu $> 50 \text{ mg Mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ gleby. W Polsce, w glebach użytkowanych rolniczo nie spotyka się wykraczających poza te przedziały wartości właściwości agrochemicznych gleby. Tak niskie (dla pH) lub wysokie wartości analizowanych zmiennych można tłumaczyć błędami pobrania próbek gleby, błędami analitycznymi i błędami przy wprowadzaniu wyników do bazy danych. Usuwając wynik dla dowolnej cechy gleby wyłączano z bazy danych cały rekord. W sumie w postępowaniu merytorycznym wyłączono 1 846 rekordów, co stanowi 0,19% ich liczebności w kompletnej bazie danych.

Kryteria statystyczne

Jeżeli rozkład danych jest normalny, za obserwacje obarczone grubym błędem przyjmuje się te z nich, które leżą poza przedziałem 3 odchyleń standardowych od wartości średniej (Wagner i Błażczak 1986). Przy rozkładzie odbiegającym od normalnego zastosowano inne podejście, przeprowadzone w kilku kolejnych krokach. Jest to podejście wykorzystywane w IUNG–PIB przy opracowywaniu dużych zbiorów danych (Igras 2004, Fotyma i in. 2004, Igras i Jadczyshyn 2008, Fotyma 2009). W pierwszym kroku zbiór danych oczyszczony na podstawie kryteriów merytorycznych podzielono na 2 podzbiory oddzielnie dla każdej cechy. Pierwszy podzbiór obejmował wyniki mieszczące się w granicach 95% przedziału ufności dla wartości oczekiwanej. W drugim podzbiorze znalazło się 5% obserwacji pozostałych. W następnym etapie podzbiór drugi poddano dalszej analizie statystycznej. Z podzbioru odrzucono wartości przewyższające dwukrotnie odchylenie standardowe, a wyniki poniżej tej granicy dołączono do podzbioru pierwszego, stanowiącego podstawę do dalszych obliczeń. Schemat eliminacji błędów grubych dla fosforu, potasu i magnezu dokonany w dwóch kolejnych krokach przedstawiono na rysunku 1. W sumie usunięto ze zbioru danych kolejnych 6 107 rekordów, eliminując w opisany sposób błędy grube.



Rys. 1. Schemat eliminacji błędów grubych (μ – średnia, Me – mediana, σ – odchylenie standardowe)

Eliminacja obserwacji skrajnie odstających i błędów grubych spowodowała usunięcie z bazy danych 17 073 rekordów, co stanowiło 1,75% ogólnej ich liczby. Ostatecznie baza danych do właściwych obliczeń statystycznych liczyła 957 551 obserwacji.

3. Wyniki

Wyselekcjonowany według przyjętej metody zbiór danych poddano w pierwszym rzędzie statystyce opisowej (tab. 1). Rozkład danych odbiegał w dosyć znacznym stopniu od rozkładu normalnego, na co wskazują współczynniki skośności i kurtozy. W rozkładzie normalnym podstawowymi parametrami są średnia i odchylenie standardowe, natomiast właściwymi parametrami rozkładu skośnego jest mediana, jako miara wartości przeciętnej i fraktyle jako miara rozrzutu (Wagner i Błażczak 1986).

Tabela 1. Wartości podstawowych parametrów statystycznych w ostatecznej bazie danych (opracowanie własne)

Statystyka	Cecha			
	pH _{KCl}	Zawartość fosforu mg P ₂ O ₅ ·100 ⁻¹ g gleby	Zawartość potasu mg K ₂ O·100 ⁻¹ g gleby	Zawartość magnezu mg Mg·100 ⁻¹ g gleby
Liczebność	957551			
Średnia	5,62	15,18	14,82	6,39
Mediana	5,59	13,30	13,00	5,40
Odch. std.	1,063	9,376	8,787	4,256
Skośność	0,174	1,501	1,274	1,368
Kurtoza	-0,971	3,730	2,587	2,181

Sposób wyznaczenia syntetycznego wskaźnika żyzności gleb

Zgodnie z założeniem metody do analizy czynnikowej wprowadza się zmienne w postaci standaryzowanej. Wykonując klasyczną analizę czynnikową otrzymano jeden istotny czynnik, który zachowywał ponad 86% wspólnej wariancji, zaś dwa czynniki obejmowały

całość wariancji analizowanych zmiennych (tab. 2). Odwzorowanie czterech analizowanych zmiennych w jednym zespołowym czynniku można zatem uznać za bardzo dobre. Ten zespołowy czynnik będzie w dalszym ciągu określany mianem syntetycznego wskaźnika żyzności gleby (SWŻG). Z analizy ładunków czynnikowych, czyli korelacji między danymi wejściowymi i wyznaczonym wskaźnikiem wynika, że największy udział w syntetycznym wskaźniku żyzności mają kolejno zasobność gleb w fosfor, potas, pH oraz zasobność gleb w magnez (tab. 3).

Tabela 2. Wartości własne dla analizy czynnikowej (opracowanie własne)

Czynnik	Wartość własna	% ogółu wariancji	% skumulowany
1	1,11859	86,64	86,64
2	0,172432	13,356	100,0

Tabela 3. Ładunki czynnikowe cech (opracowanie własne)

Zmienne	Ładunki czynnikowe
pH _{KCl}	0,548551
P ₂ O ₅	0,607943
K ₂ O	0,575494
Mg	0,341891

Wartość syntetycznego wskaźnika żyzności gleby opisuje równanie:

$$SW\dot{Z}G = 0,548551X_1 + 0,607943X_2 + 0,575494X_3 + 0,341891X_4$$

W równaniu kolejne zmienne X_1 , X_2 , X_3 i X_4 są standaryzowanymi wartościami odpowiednio dla pH, P₂O₅, K₂O i Mg obliczonymi przez odjęcie od każdej obserwacji wartości średniej cechy i podzielenie jej przez odchylenie standardowe. Po przeliczeniu na wartości w jednostkach rzeczywistych równanie przyjmuje postać:

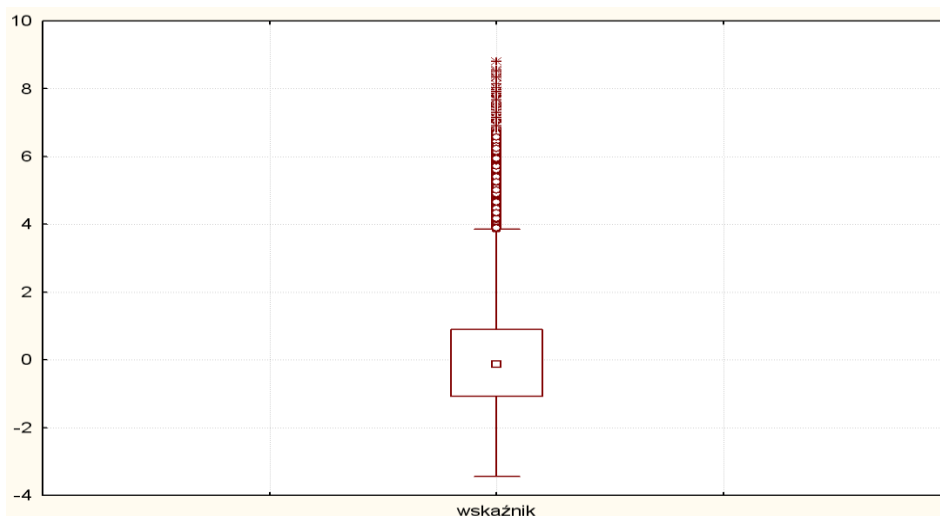
$$SW\dot{Z}G = -5,0313 + 0,5160pH + 0,0648P_2O_5 + 0,0655K_2O + 0,0803Mg$$

Wstawiając do tego ostatniego równania rzeczywiste wartości zmiennych można obliczyć dla każdej próbki gleby syntetyczny wskaźnik jej żyzności.

Kategoryzacja syntetycznego wskaźnika żyzności gleb

SWŻG wyliczony dla każdej z 957 551 obserwacji jest zmienną standaryzowaną ze średnią równą zero i odchyleniem standardowym równym 1,443. Rozkład jest niesymetryczny i lewo skośny (mediana -0,12 jest mniejsza od wartości średniej równej 0) (rys. 2). Klasyfikacja wskaźnika nie jest zatem symetryczna ani w teoretycznym przedziale

dwóch odchył standardowych (-2σ , $+2\sigma$), ani w przedziale wyznaczonym z dwóch rzeczywistych odchył standardowych znormalizowanego czynnika ($-2,886\sigma$, $+2,886\sigma$).



Rys.2. Empiryczny rozkład syntetycznego wskaźnika żyzności gleb (opracowanie własne)

W celu kategoryzacji wskaźnika wyznaczono 5 żyzności gleby aby zachować jednolite podejście przyjęte w Polsce dla ilościowych cech agrochemicznych gleby. Klasy żyzności wyznaczono dzieląc wartości wskaźnika na 5 fraktyli (pentyli), zawierających po 20% wyników (tab. 4). Kolejne pentyłe określono jako żyzność bardzo niską, niską, średnią, wysoką i bardzo wysoką.

Tabela 4. Przedziały klas żyzności (opracowanie własne)

Klasa żyzności	Żyzność gleby	SWŻG
1	b. niska	$\leq -1,29$
2	niska	$-1,29 - -0,50$
3	średnia	$-0,50 - 0,25$
4	wysoka	$0,25 - 1,16$
5	b. wysoka	$\geq 1,16$

Do oceny poprawności klasyfikacji SWŻG, wykorzystano metodę analizy wariancji z przedziałami ufności Tukeya. Poprawna klasyfikacja zmiennej zespołowej powinna powodować istotne różnice między klasami dla większości pojedynczych zmiennych. Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli 5 widać, że wszystkie średnie badanych cech różnią się istotnie między klasami żyzności. Najniższe wartości dla cech charakteryzują klasę 1, o bardzo niskiej żyzności i wzrastają do klasy 5, czyli do gleb bardzo żyznych.

Tabela 5. Średnie wartości analizowanych cech w klasach żyzności gleby (opracowanie własne)

Klasa żyzności	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
1	4,43 a*	8,18 a	7,10 a	3,26 a
2	5,09 b	10,69 b	11,22 b	5,37 b
3	5,71 c	13,02 c	13,96 c	6,69 c
4	6,22 d	17,07 d	17,00 d	7,66 d
5	6,63 e	27,07 e	24,90 e	9,00 e

* te same litery przy średnich oznaczają brak istotnych różnic

Syntetyczny wskaźnik żyzności gleb SWŻG w województwach

Najwięcej próbek gleb o żyzności bardzo niskiej i niskiej występuje w województwach łódzkim 60%, podlaskim 58% i mazowieckim 55%. Największą żyznością charakteryzują się natomiast próbki gleb z województw opolskim, dolnośląskim, kujawsko-pomorskim i pomorskim. W województwach tych procent próbek w klasach żyzności wysokiej i bardzo wysokiej wynosi odpowiednio 60%, 53%, 49% i 46% (tab. 6).

Tabela 6. Przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika i udział (%) próbek w klasach żyzności w województwach (opracowanie własne)

Województwa	Statystyka	Udział próbek w klasach żyzności (%)				
	Mediana	b. niska	niska	średnia	wysoka	b. wysoka
Dolnośląskie	0,40	10,7	16,0	19,4	23,0	31,0
Kujawsko- pomorskie	0,21	13,3	17,3	20,7	24,1	24,7
Lubelskie	-0,36	25,5	20,9	18,9	18,7	16,0
Lubuskie	-0,01	14,4	20,4	23,9	25,3	16,1
Łódzkie	-0,88	37,9	22,2	15,7	12,5	11,8
Małopolskie	-0,21	20,9	21,9	18,9	17,3	21,1
Mazowieckie	-0,70	33,8	21,4	16,9	14,3	13,6
Opolskie	0,56	6,3	12,7	21,0	27,8	32,3
Podkarpackie	-0,37	24,6	22,0	19,7	16,9	16,8
Podlaskie	-0,74	30,9	26,8	19,2	13,5	9,6
Pomorskie	0,12	15,1	18,9	19,5	20,1	26,5
Śląskie	-0,38	27,9	19,3	18,2	17,7	16,9
Świętokrzyskie	-0,10	21,5	18,5	19,1	21,6	19,4
Warmińsko- mazurskie	0,01	12,6	21,1	24,0	22,2	20,1
Wielkopolskie	-0,16	19,5	21,0	21,0	21,5	17,0
Zachodniopomorskie	-0,04	12,7	22,4	24,5	23,3	17,1
Polska	-0,12	20	20	20	20	20

4. Dyskusja

Koncepcję i próbę wyznaczenia syntetycznego wskaźnika żyzności gleb na bazie danych zawierającej 11 422 tys rekordów podjęła Filipiak (2010). Syntetyczny wskaźnik żyzności gleby opisany jest równaniem wyprowadzonym na podstawie przeprowadzonej analizy czynnikowej i obejmuje dowolną liczbę cech (wskaźników cząstkowych) o charakterze ilościowym. Filipiak (2010) uwzględniła w swojej pracy 6 takich wskaźników: zawartość cząstek spławialnych, zawartość próchnicy, pH oraz zawartość przyswajalnych form P, K, i Mg. W wyniku przeprowadzonej analizy czynnikowej Filipiak (2010) uzyskała jeden zespołowy czynnik, zachowujący 74,5% wspólnej wariancji i nazwała go syntetycznym wskaźnikiem żyzności gleby. Z przeprowadzonej dalej analizy ładunków czynnikowych wynikało, że największy udział w tym wskaźniku miały kolejno: zasobność gleb w potas (0,808), fosfor (0,781), magnez (0,472) i wartość pH (0,339), natomiast udział zawartości próchnicy i cząstek spławialnych był marginalny. Z tego względu, jak również z uwagi na zakres badań agrochemicznych, w których nie uwzględnia się zawartości próchnicy i udziału cząstek spławialnych, Filipiak (2010) transformowała swoje równanie SWŻG do postaci cztero- wskaźnikowej:

$$\text{SWŻG} = -4,100 + 0,305 \text{ pH} + 0,056 \text{ P}_2\text{O}_5 + 0,076 \text{ K}_2\text{O} + 0,117 \text{ Mg}$$

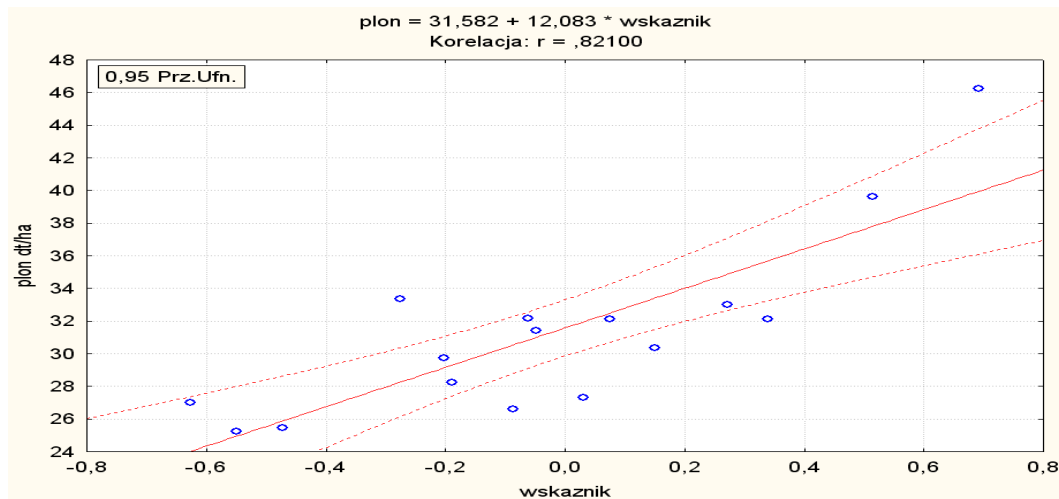
Stwarza to możliwość porównania z również cztero- wskaźnikowym równaniem wyznaczonym w badaniach własnych:

$$\text{SWŻG} = -5,0313 + 0,5160 \text{ pH} + 0,0648 \text{ P}_2\text{O}_5 + 0,0655 \text{ K}_2\text{O} + 0,0803 \text{ Mg}$$

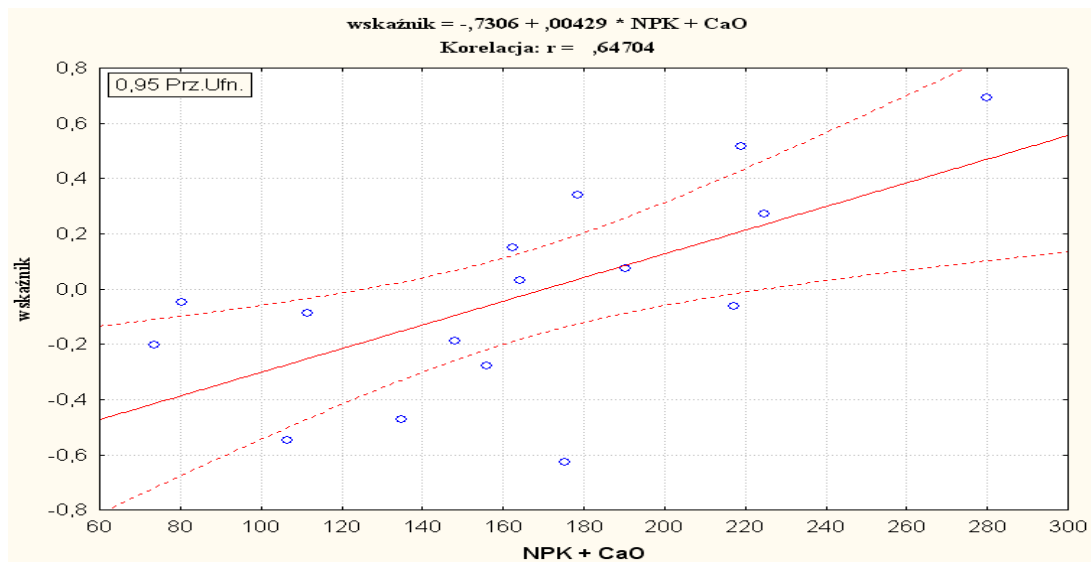
W badaniach własnych zespołowy czynnik jakim jest SWŻG zachował 86,6% wariancji wspólnej, a więc nawet więcej niż w badaniach Filipiak (2010), a z analizy ładunków czynnikowych wynikało że największy udział w tym wskaźniku miały kolejno zasobność gleby w fosfor (0,60), zasobność w potas (0,57), odczyn pH gleby (0,55) i jej zasobność w magnez (0,34). W porównaniu z danymi Filipiak (2010), w równaniu własnym większy udział ma zatem odczyn gleby, a mniejszy jej zasobność w potas.

Syntetyczny wskaźnik żyzności gleby wyznaczyli również Fotyma i Pecio (2010) na podstawie wyników badań prowadzonych metodą obserwacji naukowych, w siatce 403 punktów na polu o powierzchni około 50 ha. Liczebność obserwacji była tutaj bez porównania mniejsza niż w badaniach Filipiak (2010) i w badaniach własnych. Według Fotymy i Pecio (2010) syntetyczny wskaźnik zachował niemal 70% ogólnej wariancji, a największy w nim udział miały kolejno udział próchnicy (0,91), zawartość potasu (0,84) i

zawartość magnezu (0,77). Wartość wskaźnika nie zależała natomiast od zawartości fosforu i odczynu, pH gleby. Można to tłumaczyć dobrą i wyrównaną zasobnością gleby w fosfor, oraz optymalnym i również wyrównanym w obrębie pola odczynem gleby. Obecnie, z uwagi na liczebność danych, najbardziej miarodajne wydaje się równanie wyznaczone przez autora pracy w badaniach własnych.



Rys. 3. Współczynnik korelacji pomiędzy plonem a wartością SWŻG (opracowanie własne)



Rys. 4. Współczynnik korelacji pomiędzy SWŻG a zużyciem nawozów mineralnych i wapniowych (opracowanie własne)

Filipiak (2010) zweryfikowała syntetyczny wskaźnik żyzności gleby dwoma metodami. Pierwsza z nich, zastosowana również w badaniach własnych, polegała na udowodnieniu istotności różnic wartości pojedynczych wskaźników żyzności gleby pomiędzy kolejnymi przedziałami wskaźnika syntetycznego. Weryfikacja taka opiera się o stwierdzenie,

że poprawna klasyfikacja zmiennej zespołowej powinna znaleźć odbicie w istotności różnic pomiędzy klasami zmiennych pojedynczych (Filipiak, 2010). Druga metoda, zastosowana przez ww. autorkę, polegała na wyznaczeniu zależności regresyjnej pomiędzy SWŻG i wielkością plonów roślin w punktach, w których pobierano próbki gleby. W badaniach własnych nie dysponowano takim możliwościami ze względu na brak danych odnośnie plonów roślin. Podjęto jednak próbę weryfikacji SWŻG wyznaczonego w badaniach własnych w stosunku do średnich plonów zbóż oraz zużycia nawozów mineralnych w województwach w oparciu o dane statystyki masowej. Wartości zmiennych niezależnych pochodzą z danych GUS (2006 - 2009) i uśredniono je dla okresu lat 2005 - 2008, którego dotyczą również wartości wskaźnika SWŻG. Próba ta zakończyła się powodzeniem i stwierdzono istotny związek zarówno pomiędzy plonami zbóż (rys. 3), jak i zużyciem nawozów mineralnych, łącznie z wapnem nawozowym (rys. 4), a wartością syntetycznego wskaźnika żyzności gleb. W ujęciu przyczynowo skutkowym należałoby prawidłowo mówić o zależności plonów od wartości tego wskaźnika i o zależności wskaźnika od zużycia nawozów mineralnych, wpływających na żyzność gleby.

4. Podsumowanie

W pracy rozwinięto zupełnie nową koncepcję syntetycznego wskaźnika żyzności gleb. Wyznaczono równanie tego wskaźnika, które z uwagi na bardzo dużą liczebność danych może mieć charakter uniwersalny. Wyznaczono przedziały wskaźnika i dokonano jego weryfikacji w stosunku do plonów roślin i zużycia nawozów mineralnych w województwach. Do opracowania wskaźnika wykorzystano 957 551 rekordów danych, każdy zawierający 4 zmienne, tj. pH, oraz przyswajalnych form P, K i Mg.

Stan żyzności gleb w Polsce wykazuje dużą zmienność przestrzenną. Najwięcej próbek gleb o żyzności bardzo niskiej i niskiej stwierdzono w województwach łódzkim 60%, podlaskim 58% i mazowieckim 55%. Największą żyznością charakteryzują się próbki gleb w województwach: opolskim, dolnośląskim, kujawsko-pomorskim i pomorskim. W województwach tych procent próbek w klasach żyzności wysokiej i bardzo wysokiej wynosi odpowiednio 60%, 53%, 49% i 46%.

Syntetyczny wskaźnik żyzności gleb może być wykorzystywany do różnego rodzaju opracowań na różnym szczeblu administracyjnym, między innymi do oceny wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

** Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.6 programu wieloletniego IUNG-PIB*

Literatura

Dexter A.R. 2004a: Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density. And organic matter, and effects on root growth. *Geoderma* 120: 201-214.

Dexter A.R. 2004b: Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tilth and hard-setting. *Geoderma* 120: 215-225.

Dexter A.R. 2004c: Soil physical quality Part III: Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma* 120: 227-239.

Fotyma M., Mercik S. 1995: *Chemia rolna*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa. ss. 356.

Filipiak K. 2010: Syntetyczny wskaźnik żyzności gleby. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 41: 7-16.

Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz. 2004: Zawartość azotu mineralnego w glebach gruntów ornych w Polsce. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 3: 11-54.

Fotyma M. 2009: Monitoring of N_{min} content in soils of Poland. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 37: 108-128.

Fotyma M., Pecio A. 2010: Przestrzenna zmienność żyzność i produktywność w obrębie pola produkcyjnego. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 41: 26-42.

Grzebisz W. 2008: *Nawożenie roślin ogrodnich*. PWRiL Poznań. ss. 428.

GUS Warszawa 2006 - 2009: *Rolnictwo*.

Igras J. 2004: Zawartość składników mineralnych w wodach drenarskich z użytków rolniczych w Polsce. IUNG-PIB Puławy.

Igras J., Jadczyzyn T. 2008: Zawartość azotanów i fosforanów w płytkich wodach gruntowych w Polsce. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 60: 91-101.

Kucharski J. 1997: Relacje między aktywnością enzymów a żyznością gleby. AR Kraków: 327-347.

Lipiński W. 2005: Pięćdziesiąt lat działalności stacji chemiczno rolniczych w Polsce. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 23: 7-25.

Lipiński W., Igras J. 2006: Zmiany odczynu gleb Polski. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica* 10: 51-54.

Łabętowicz J. 2000: Współczesne poglądy na żyzność i metody testowania gleb. *Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization* 3a: 106-130.

Myśków W., Zięba S. 1997: Aktywność biologiczna gleby w aspekcie jej żyzności i urodzajności. *Biuletyn informacyjny IUNG I/II kwartał nr 5*: 24-26.

Obojski J., Strączyński S. 1995. Odczyn i zasobność gleb Polski w makro i mikroelementy. IUNG Puławy 40 ss.

Wagner W., Błażczak P. 1986: Statystyka matematyczna z elementami doświadczalnictwa. AR Poznań. ss. 397.

Witek T., Górski T. 1997: Przyrodnicza bonitacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

The subsequent impact of the stubble catch crop on the physical properties of the soil

Martyna Pabich⁽¹⁾, Wiesław Wojciechowski⁽²⁾, Katarzyna Dereń⁽³⁾

¹Environmental Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

²Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

³Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Katarzyna Dereń: katarzynaderen@gmail.com

Summary

The research was carried out in 2015-2016 (one vegetation period) at the Agricultural Experimental Station "Swojec" of the University of Environmental and Life Sciences in Wrocław. The experiment was based on the "split-plot" random method and was performed in 3 replicates on sandy loam soils belonging to class IVb. The aim of the research was to determine changes in certain physical properties of the soil for the second year after the introduction of stubble catch crop in different tillage systems and previous crop. White mustard and legume mix were used as the stubble crop. Varying variants of tillage triticale pre-sowing (5 variants) were applied. After the harvest of winter triticale, the following physical parameters of soil were examined: bulk density of soil, volumetric soil moisture in bulk, total porosity of soil and soil compaction. The obtained results were analyzed for variance by means of the AWA program, the significance of the differences was assessed by Student's test with a confidence interval of 0.95. The subsequent catch crop effects, in the second year after their application, ambiguously influenced the selected physical properties of the soil. The legume mix was a better catch crop, which generally caused greater moisture, porosity and less soil compactness.

Keywords: catch crop, physical properties of soil, conventional tillage, direct sowing

Następcze oddziaływanie międzyplonu na wybrane właściwości fizyczne gleby średniej

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 2015-2016 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym "Swojec" należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie założono wykorzystując metodę bloków losowych „split-plot” i przeprowadzono je w 3 powtórzeniach na glebie piaszczystej gliniastej lekkiej, klasa IVa. Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian wybranych właściwości fizycznych gleby na drugi rok po wprowadzeniu roślin międzyplonowych w różnych systemach uprawy pszenżyta i przedplonu. Jako międzyplon zastosowano gorczycę białą oraz mieszkankę roślin strączkowych. Zastosowano zróżnicowaną uprawę przedplonu pszenżyta, uwzględniającą pięć sposobów uprawy. Po zbiorze pszenżyta ozimego zbadano następujące parametry fizyczne gleby: gęstość i wilgotność objętościową, porowatość ogólną i zwięzłość. Uzyskane wyniki badań poddano analizie wariancji za pomocą programu AWA, istotność różnic oceniono testem Studenta przy przedziale ufności 0,95. Następcze oddziaływanie międzyplonów, w drugim roku po ich zastosowaniu, niejednoznacznie wpłynęło na wybrane właściwości fizyczne gleby. Lepszym okazał się międzyplon z mieszanki roślin strączkowych, po którym obserwowano na ogół większe uwilgotnienie, porowatość oraz mniejszą zwięzłość.

Słowa kluczowe: międzyplon, właściwości fizyczne gleby, uprawa tradycyjna, siew bezpośredni

1. Introduction

Introducing stubble catch crop is one way of regenerating blank soil (Pałys 2009). Stubble catch crops can have a positive influence on the physical, chemical and biological properties of the soil (Wojciechowski 2009). Thanks to the catch crop, the top layer of the soil is protected from erosion, and the plants from weeds (Krzysztoforski 2010).

Physical properties of soils are characterized by significant variations in the vegetation season because they are determined not only by granulometric composition or organic matter content but also by the use of agro-technical treatments, climatic conditions and the impact of the crop species (Paluszek 2011). Therefore, it is difficult to uniquely determine the effect of catch crop on physical properties. Wojciechowski (2004) noted that plowed white mustard in the simplified crop rotation slightly increased moisture content (by 1,7%) and soil porosity. White mustard influenced the reduction of compaction in the deeper layers of the soil more clearly. Dopka et al. (2013) showed a decrease of soil density in the top layer by about $0,09 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$ and soil compaction by about $0,016 \text{ MPa}$. The researchers observed an increase in the water supply (on average 1,5 mm) and capillary porosity (by about 2,7 p.p.). Also Wanic et al. (2013) observed an increase in water content in the soil layer of 0-10 cm after the incorporation of ryegrass or red clover, but showed no differences in the soil layer of 10-20 cm. The physical properties of the soil are related to its structure. In order to improve the soil, plants are introduced into the structure of plants. Such plants are mainly perennials, such as red clover and alfalfa, grown at one time (Krężel 1999).

Various researches have shown that the stubble catch crop has a positive effect on the physical properties of the soil. However, most of these publications dealt with the direct impact of stubble catch crop on the soil. Therefore, the aim of the study was to determine changes in certain physical properties of the soil in the second year after the introduction of stubble catch crop into various crops of triticale and previous crop.

2. Materials and Methods

Field experience was realized in 2015-2016 (one vegetation period) at the Agricultural Experimental Station "Swojec" belonging to Wrocław University of Environmental and Life Sciences. Two-factorial experiment was established using the "split-plot" method and was performed in 3 replications on sandy loam soils belonging to IVa class. The field surface used in the tests was 15 m^2 . The scheme of experience is shown in Table 1.

White mustard was planted in $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, while the legume mixture was planted in $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ fodder peas and $130 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ *Vicia faba* L. (partim). Stubble catch crop was cultivated in accordance with the requirements of the National Program for Agriculture and Rural Development (KPR) in the K01 Soil and Water Conservation Package. Stubble catch crop was cultivated under spring wheat, which was a previous crop of winter triticale. A variety of triticale pre-sowing was applied, in five variants (tab.1)

Table 1. Scheme of field experience (own study)

Factors	Name of treatment	
	full	short
Kind of catch crop	Without stubble catch crop	B.M.
	Stubble catch crop, legume mixture (fodder peas + <i>Vicia faba</i> L. (partim))	M.
	Stubble catch crop - white mustard	G.
Variants of tillage	Conventional tillage triticale with conventional tillage previous crop.	A1
	conventional tillage triticale with used disc harrow under previous crop	A2
	conventional tillage triticale with used direct sowing previous crop	A3
	simplified tillage triticale and previous crop with used disc harrow	A4
	direct sowing triticale and previous crop	A5

Previous crop triticale - spring wheat was harvested in the first decade of August in 2015. The straw was cut and the stubble mixed with the soil using a disc harrow (except for the no-tillage). In the second decade of August 2015, in the field of direct sowing, the herbicide Roundup Energy 540SL was applied in a dose of 2,5 l per 200 l of water per hectare. In the second decade of September, a medium plowing at a depth of 20-22 cm was conducted in the belt with the tillage of traditional triticale, followed by harrowing (except for direct sowing) in order to prepare the soil for sowing on plots. A second spray of Roundup Energy 540 SL herbicide was applied at a rate of 3l / 200 / water / ha. Plots were fertilized with nitrogen and potassium in September using Superfosfat 40% (40 kg P₂O₅ ha⁻¹) and 60% potassium salt (60 kg K₂O ha⁻¹). Before sowing appropriate triticale, harrowing and rotational harrowing was done, except for plots with direct sowing. Triticale (Fernando variety) was planted in 220 kg ha⁻¹ at a 12 cm spacing for direct sowing and 15 cm for conventional sowing. The last action in 2014 was spraying in the third decade of October with the herbicide "Maraton 375 SC" at 4 l / 200 l water / ha. In 2015, in the second decade of February, ammonium nitrate 32% in the amount of 60 kg ha⁻¹ was plated and the treatment was repeated in the same dose in the third decade of April. In the second decade of April triticale was sprayed with a herbicide mixture of Chwastox Trio 540SL mixed with foliar fertilizer Plonvitem 2,5+1,5 l/200 l water/ha. In the first decade of May, a spray growth regulator 675 SC with fungicide Amistar 250SC and insecticide Decisem Mega 50EW was applied at a dose of 2+0,8+0,12 l/200 l water/ha. The last spray was done a decade later with Tilt Turbo 575 EC with insecticide Fastac at 1 + 0,12 l/200 l water/ha. Triticale was harvested in the third decade of July.

After winter triticale, physical soil parameters were tested: bulk density of soil, total soil porosity, two replications at depths of 5-10 and 15-20 cm, using 100 cm³ Kopecs cylinders, by the drier-weight method. The compactness of the soil was determined at a depth of 0-10 and 10-20 cm using a Penetrometer PAR-1, in 9 replicates per plot.

The obtained results were analyzed for variance by means of the AWA program, the significance of the differences was assessed by the Student test with a confidence interval of 0,95.

3. Results

Subsequent catch crop impact on the soil moisture after winter triticale harvest has been shown as significant (tab. 2).

Table 2. Volumetric soil moisture in bulk (%) (own study)

Share catch crop	Variants of tillage					Mean
	A1	A2	A3	A4	A5	
Soil layer 5-10 cm						
Without stubble catch crop	25,3	28,4	26,6	30,3	30,7	28,3
white mustard	28,2	30,1	29,3	28,8	30,8	29,4
Legume mixture	28,3	29,2	29,1	29,8	30,2	29,3
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	1,17					0,53
Mean	27,2	29,2	28,3	29,6	30,6	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,68					
Soil layer 15-20 cm						
Without stubble catch crop	31,0	31,1	31,2	31,0	32,3	31,3
white mustard	30,0	31,6	31,6	31,3	32,4	31,4
Legume mixture	32,2	31,7	34,6	31,3	32,7	32,3
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	1,24					0,55
Mean	30,7	31,5	32,5	31,2	32,5	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,71					

explanations in table 1

In the 5-10 cm soil layer, moisture was increased with the use of stubble catch crop - mustard by 3,9 p.p., but after using a legume (as a stubble catch crop), the moisture increased by 3,5 p.p., compared to the value obtained for the without stubble catch crop. In conventional tillage, triticale and previous crop (A1) had the lowest moisture content, which was 11,1 p.p. less than in direct sowing (A5). The interaction between the two research factors showed that the highest moisture content was in direct sowing without stubble catch crop or after the subsequent impact of mustard and was higher by 17,9 p.p. from the proven conventional tillage triticale and previous crop without catch crop.

In the 15-25 cm soil layer, only catch crop of the legume mixture has significantly increased the moisture by 3,0 and 2,8 p.p. as compared to the subsequent effect of the mustard and tillage without catch crop. The highest volumetric soil moisture in bulk was obtained in direct sowing of triticale (A5) 5,5 p.p. higher from the value obtained for the conventional triticale and previous crop tillage system (A1). The interaction analysis revealed that in conventional tillage triticale with direct wheat sowing in mulch, the 13,2 p.p. higher value was obtained from the mixture than in the conventional triticale system with plowed mustard for wheat.

The total porosity of the soil depends mainly on the method for tillage systems (Tab. 3). In tillage triticale and previous crop (A5) in the 5-10 cm soil layer, the total porosity was the lowest, which was 7,5 p.p. less than the value obtained in conventional tillage triticale and previous crop (A1).

Table 3. Total porosity of the soil (%) after harvesting winter triticale (own study)

Share catch crop	Variants of tillage					Mean
	A1	A2	A3	A4	A5	
Soil layer 5-10 cm						
Without stubble catch crop	40,5	38,9	39,8	39,1	35,8	38,8
white mustard	39,6	38,3	39,2	39,5	36,5	38,6
Legume mixture	39,4	40,1	39,7	40,2	38,0	39,5
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	r,n,					r,n,
Mean	39,80	39,08	39,57	39,61	36,80	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,98					
Soil layer 15-20 cm						
Without stubble catch crop	37,9	40,0	38,8	37,6	37,3	38,3
white mustard	38,3	38,8	39,8	35,5	35,2	37,5
Legume mixture	39,5	41,1	40,9	36,2	37,0	38,9
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	1,44					0,64
Mean	38,5	40,0	38,8	36,4	36,5	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,83					

explanations in table 1

r.n.- non significant difference

No significant interaction of catch crop and interactions of experimental factors on total porosity were demonstrated. In the 15-20 cm soil layer, the lowest total porosity was also determined in the direct sowing of triticale and spring wheat (A5) and it was 8,8 p.p. less than the conventional tillage triticale and disc harrow (A2). In the 15-20 cm soil layer, it also showed significant interaction of the tested factors (tillage system and stubble catch crop) on the total porosity of the soil. The highest value was obtained in the tillage of conventional

triticale with disc harrow legume mixture on the previous crop and it was 9,9 p.p. more than in the no-tillage of the mustard mulch under spring wheat.

The experiments showed the significant influence of the investigated factors (methods of soil cultivation) and their interaction on bulk density of the soil (Table 4).

Table 4. Bulk density of the soil ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) (own study)

Share catch crop	Variants of tillage					Mean
	A1	A2	A3	A4	A5	
Soil layer 5-10 cm						
Without stubble catch crop	1,63	1,65	1,61	1,66	1,72	1,65
white mustard	1,63	1,61	1,62	1,62	1,67	1,63
Legume mixture	1,63	1,66	1,63	1,63	1,71	1,65
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,03					0,01
Mean	1,63	1,64	1,62	1,63	1,70	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,02					
Soil layer 15-20 cm						
Without stubble catch crop	1,67	1,62	1,65	1,71	1,69	1,67
white mustard	1,66	1,64	1,62	1,72	1,74	1,68
Legume mixture	1,61	1,57	1,59	1,68	1,70	1,63
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,03					0,02
Meano	1,65	1,61	1,62	1,71	1,71	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,02					

explanations in table 1

In the 5-10 cm soil layer, the introduction of mustard catch crop helped to reduce the bulk density of the soil by 1,2% compared to the tillage without stubble catch crop and catch crop of legume mixture. In A5 tillage system, there was a significant increase in bulk density compared to that in the other tillage systems and was 4,9% higher than in tillage system A3, where the lowest value was obtained. The highest density was recorded in direct sowing of triticale and previous crop without stubble catch crop and was 6,4% higher than the value obtained for conventional tillage with harrow disc cultivation, white mustard under previous crop.

However, in the 15-20 cm layer of the stubble catch crop, a 3% increase in bulk density was obtained compared to the value obtained without stubble catch crop and 0,6% for the stubble catch crop of the legume mixture. Each type of soil tillage system contributed significantly to reducing bulk density of the soil. The highest density was found in the simplified tillage (A4) and direct sowing (A5), and was 5,9% higher than the conventional triticale tillage with a disc harrow under its previous crop (A2). The highest density was found

for the direct sowing (A5) with mustard as catch crop and it was 7,5% higher than that found in conventional tillage systems triticale (A1).

Table 5 shows the results of the test soil compactions. It was observed that for the 0-10 cm layer of the soil which only used stubble catch crop, it had no significant effect on the soil compaction (tab. 5).

Table 5. Soil compaction (MPa) (own study)

Share catch crop	Variants of tillage					Mean
	A1	A2	A3	A4	A5	
Soil layer 0-10 cm						
Without stubble catch crop	1,81	2,63	2,44	3,09	2,81	2,55
white mustard	1,80	2,98	2,33	2,91	2,76	2,56
Legume mixture	2,40	2,91	2,66	3,05	1,67	2,54
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,29					r,n,
Mean	2,00	2,84	2,48	3,02	2,41	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,17					
Soil layer 10-20 cm						
Without stubble catch crop	2,76	2,10	2,76	2,62	3,56	2,76
white mustard	2,18	2,47	2,76	3,78	3,63	2,96
Legume mixture	1,88	2,84	2,62	3,13	3,05	2,70
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,37					0,17
Mean	2,27	2,47	2,72	3,17	3,41	
NIR _(a=0,05) – LSD _(a=0,05)	0,21					

explanations in table 1

r.n.- non significant difference

The best tillage system in this field was the conventional tillage with a disc harrow (A4), where the soil compaction was 33,8% higher than that of conventional tillage triticale and previous crop (A1). It was found that the simplified tillage of triticale without stubble catch crop contributed to a 41,4% increase in soil compaction compared to the mulching no-tillage system of legumes, for direct wheat sowing. Statistical analysis showed that in the 10-20 cm soil layer, the subsequent impact of the stubble catch crop of mustard increased the soil compaction by 8,8% compared to the value obtained using a legume mixture. In the direct sowing of triticale and wheat, the highest value was determined and it was higher by 33,4% than that obtained in conventional tillage of both plants. The interaction of the factors showed that the highest compaction of the soil was obtained in the simplified tillage triticale and previous crop (mustard) with the disc harrow, and it was greater by 50,4% than that in the conventional tillage with the plowed legume mixture.

4. Discussion

Our own research has shown a significant impact of the succession of the stubble catch crop and the different pre-sowing crop (under triticale) on the physical properties of the soil.

Soil moisture has a major influence on the development of cultivated plants (Kollárová et al. 2007). The obtained results showed that the soil moisture affects the stubble catch crop even in the second year after their application. Similar conclusions were drawn by Wojciechowski (2009), he noticed a few percent increase in the value of the tested parameters in the field of spring wheat to the white mustard and legume mixture as stubble catch crop. Also Zimny et al. (2005) have observed the positive effect of these plants on increasing the moisture content of the arable layer soil. Jaskulski and Jaskulska (2003) showed different results, showing a reduction of water content in the arable soil after the introduction of the stubble catch crop (winter wheat). The cited studies referred to the direct subsequent impact of the stubble catch crop, and not as in their own studies in the second year after their tillage.

The method of soil tillage also differentiated its moisture content, and the highest was recorded in direct sowing of triticale and previous crop. It was confirmed by Majchrzak and Skrzypczak (2010) who demonstrated that the introduction of simplification in the form of direct sowing to tillage spring wheat, - results in a slight increase in moisture compared to conventional tillage. Waławowicz et al. (2012) also noted the increase of water content in the arable soil layer after application of disc harrow than in conventional tillage.

Stubble catch crop introduced into the soil affected a several percent increase in the total porosity value and decreased the bulk density of the soil and its compaction. The legume mixture was the best of these physical properties of the soil. The bulk density of the soil in the 5-10 cm soil layer was the exception, where the mustard decreased the density value. These results were confirmed by Waławowicz (2013), who demonstrated the increase in porosity of the soil after the beet leaves were delivered to it. Dopka et al. (2013) also noted an increase in porosity by an average of 2,7 p. p. after using a disc harrow for stubble catch crop of lupine, blue-faced lupine, and white mustard. Studies conducted by Parylak (1999) showed that stubble catch crop plowing in triticale monoculture may reduce soil compaction by as much as 1/5. Wojciechowski and Parylak (2004) and Krężel et al. (1998) reported that phytosanitary plants have no significant influence on the formation of compaction soil.

The soil tillage system differentiated the porosity and bulk density of the soil. It was shown that the highest values of total porosity occurred after direct sowing of triticale and previous crop, and the lowest in the tillage of traditional triticale and wheat. This was confirmed by Głąb and Kulig (2008) who, thanks to plowing *Vicia faba* L. (partim) obtained

the largest porosity of the soil. Low soil density was also conditioned by conventional tillage (with plowing). This is reported by Pabin et al. (2007) demonstrating that no-tillage has contributed to a significantly higher soil density.

5. Results

1. The impact of the subsequent stubble catch crop, in the second year after their application, ambiguously influenced the selected physical properties of the soil. The stubble catch crop of the legume mixture than the mustard was better, the higher moisture content, total porosity and lower compaction of the soil layer were observed after application of the legume mixture.
2. There was a significant influence of the triticale tillage methods on the examined physical properties of the soil. After direct sowing of triticale and its previous crop, the higher moisture, density and compaction and less porosity can be noticed.
3. It was noted that the physical properties of the soil (especially moisture) were significantly influenced not only by the method of tillage under triticale, but also by the tillage under its previous crop. When triticale was planted with a plow, the soil moisture was lower, but when the previous crop was the direct sowing tillage, despite the conventional tillage under triticale, the moisture of the arable layer was comparable to that obtained in the no-tillage of that plant.

References

- Dopka D., Korsak-Adamowicz M., Starchewski J., 2013. Zmiany właściwości fizycznych gleby w monokulturowej uprawie żyta jarego. *Polish J. Agron.* 12: 3-8.
- Głąb T., Kulig B., 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticumaestivum*). *Soil Till. Res.*, 99, 169-178.
- Kollárová K., Krajčo J., Plačko M., 2007. Ocena zmienności przestrzennej wilgotności gleby na podstawie map konduktywności elektrycznej. *Inż. Rol.*, 6(94): 73-80.
- Krężel R., Parylak D., Zimny L., 1999. Zagadnienia uprawy roli i roślin. Wyd. AR Wrocław. Wrocław. ss. 257.
- Krzysztoforski M., 2010. Rolnictwo zrównoważone. Biblioteczka Programu Rolnośrodowiskowego 2007-2013. Wyd. II. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa. ss. 32.
- Majchrzak L., Skrzypczak G., 2010. Wpływ systemu uprawy roli oraz międzyplonu ścierniskowego na właściwości fizyczne gleby i plonowanie pszenicy jarej. *Ann. UMCS, Sect. E*, 65(2): 1-9.

Pabin J., Biskupski A., Włodek S., 2007. Niektóre właściwości fizyczne gleby i plonowanie roślin przy stosowaniu różnych form mulczowania i uprawy roli. *Inż. Rol.* 3(91), 143-149.

Paluszek J., 2011. Kryteria oceny jakości fizycznej gleb uprawnych Polski. *Acta Agrophys., Rozpr. Monogr.* 191: ss. 139.

Pałys E., Kuraszkiewicz R., Kraska P., 2009. Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych i roślin ochronnych na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Ann UMCS, Sect. E*, 64(4): 81-92.

Parylak D., 1999. Wpływ wilgotności gleby i obecności międzyplonu na plon i jakość ziarna pszenżyta ozimego w monokulturze. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 367, Rol. 74, 141-148.

Wacławowicz R., Parylak D., Maziarek A., 2012. Zmiany wskaźników struktury gleby pod wpływem zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy jarej. *Fragm. Agron.*, 29(2): 123-133.

Wacławowicz R., 2013. Siedliskowe i produkcyjne skutki polowego zagospodarowania liści buraka cukrowego. *Monografie 165, UP we Wrocławiu*, ss.134.

Wanic M., Kostrzewska M., Myśliwiec M., Brzezina G., 2013. Wpływ wsiewek międzyplonowych i płodozmianu na niektóre fizyczne i chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.*, 30(1): 121-132.

Wojciechowski W., 2004. Kształtowanie właściwości fizycznych gleby lekkiej w płodozmianach uproszczonych z różnym udziałem ziemniaka. *Ann. UMCS, Sect. E*, 59, 3, 1113–1119.

Wojciechowski W., Parylak D., 2004. Oddziaływanie różnorodności gatunkowej płodozmianów specjalistycznych na właściwości fizyczne gleby lekkiej. *Rocz. Glebozn.*, 55, 4, 1-6.

Wojciechowski W., 2009. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w optymalizacji nawożenia azotem jakościowej pszenicy jarej. *Wyd. UP Wrocław*, ss 122.

Zimny L., Wacławowicz R., Małak D., 2005. Zmiany wybranych właściwości fizycznych gleby jako skutki zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego azotowego. *Fragm. Agron.*, 1, 664-677.

Subsequent impact of the stubble catch crop on the selected chemical properties of the soil

Martyna Pabich⁽¹⁾, Wiesław Wojciechowski⁽²⁾, Katarzyna Dereń⁽³⁾

¹Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

²Environmental Protection Study, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

³Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental and Life Sciences
Katarzyna Dereń: katarzynadereń@gmail.com

Summary

The aim of the study was to determine the changes in the chemical properties of the average soil under the influence of the subsequent impact of catch crops and different pre-sowing tillage of winter triticale, taking into account the way of managing the catch crops under its previous crop. Field studies were conducted at the Agricultural Experimental Plant Swojec (51°07' N, 17°08' E), which belongs to Wrocław University of Environmental and Life Sciences. The experiment was performed in 2015-2016 (one vegetation period) with a method of random split-plots, in three repetitions. The first factor of the experiment was the subsequent impact of the type of the catch crop used (white mustard and a mixture of legumes) on the chemical properties of the soil. The second factor of the experiment was the way of soil tillage: A1- conventional tillage (plowing) of triticale with the conventional tillage of previous crop, A2- conventional tillage of triticale using disc harrow for the previous crop, A3- conventional tillage of triticale with a direct sowing of previous crop, A4- simplified tillage of triticale and previous crop using the disc harrow, and A5- direct sowing of triticale with direct sowing of previous crop. The subsequent impact of the catch crops used in the studies resulted in the increase in the total nitrogen and the content of assimilable phosphorous in the studied soil.

Keywords: chemical properties of the soil, tillage systems, catch crop

Następcze oddziaływanie międzyplonu na wybrane właściwości chemiczne gleby

Streszczenie

Celem badań było określenie zmian właściwości chemicznych gleby średniej pod wpływem następczego oddziaływania międzyplonów oraz różnej przedplonowej uprawy pszenżyta ozimego uwzględniającego sposób zagospodarowania międzyplonów pod jego przedplon. Badania polowe przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E), który należy do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie wykonano w latach 2015-2016 metodą losowych podbloków (split-splot), w trzech powtórzeniach. Pierwszym czynnikiem doświadczenia był następczy wpływ rodzaju zastosowanego międzyplonu (gorczyca biała i mieszanka roślin strączkowych) na właściwości chemiczne gleby. Drugim czynnikiem doświadczenia był sposób uprawy gleby: A1- uprawa tradycyjna (orkowa) pszenżyta z uprawą tradycyjną przedplonu, A2- uprawa tradycyjna pszenżyta z użyciem talerzówki pod przedplon, A3- uprawa tradycyjna pszenżyta z siewem bezpośrednim przedplonu, A4- uprawa uproszczona pszenżyta i przedplonu z użyciem talerzówki oraz A5- siew bezpośredni pszenżyta z siewem bezpośrednim przedplonu. Następcze oddziaływaniu zastosowanych w badaniach międzyplonów spowodowało wzrost azotu ogólnego oraz zawartości przyswajalnego fosforu w badanej glebie.

Słowa kluczowe: właściwości chemiczne gleby, systemy uprawy, międzyplon

1. Introduction

The positive influence of catch crops both on the plants and the soil is conditioned by several factors, such as: the selection of the appropriate plant species, type of soil, the agro-technique used and the amount of precipitation and the air temperature during the vegetation period. The improvement of habitat conditions may already take place in the 40-day

vegetation period of the post-crop (Parylak 2009). Catch crops can directly affect the physical, chemical and biological properties of the soil (Wojciechowski 2009).

Catch crops can significantly affect the shaping of the crop and mitigate the weed invasions provided that the main plant and post-crop are properly combined. They are particularly applicable to cereal monocultures. Harasim and Gawęda (2010) showed that thanks to catch crops, there is a 9,4% higher yield than in the tillage without the use of catch crops.

The various effects of catch crops can be observed on the chemical properties of the soil, which mainly depend on the species of the cultivated plants (Jaskulski and Jaskulska 2004). The catch crop sowing has often significantly affected the content of potassium and phosphorous in the soil. This has been demonstrated in the studies by Wanic et al. (2013), who compared the objects with the pure sowing of barley and with sowing. They have also not shown the effect on pH and the content of organic carbon in the soil. Similarly, Pałys et al. (2009) did not state any significant effect of catch crops on the pH and the magnesium content (Mg) in the soil, however, the studied sowing, such as Ornithopus, white and red clover, hop Lucerne and Westerwoldicum rye (*Lolium westerwoldicum*) have contributed to the increase of organic carbon content. Kraska (2011) has also showed a significant increase in organic carbon content in the soil thanks to catch crops and the increase in the content of other elements, such as P, K and S.

Nitrogen is the element, which presence in the soil is mostly affected by the butterfly plants. It was determined that after plowing the legume-cereal mix, it is possible to reduce the dose of nitrogen fertilizer used from 120 to 80 kg·ha⁻¹ (Wojciechowski 2009). Kuś and Jończyk (1999) showed the increase in the content of nitric nitrogen. They plowed white mustard and rape, resulting in a higher content of this element, in turn, by 22 and 10%. The cross plants also reduce the amount of harmful nitrates in the top layer of the soil by about 30% (Deuer 1996).

The analysis of the studied literature showed quite a broad interest of researchers in studying the impact of catch crops on the chemical properties of the soil. However, most of the conducted studies concerned the direct impact of the catch crop on the chemical properties of the soil, and the use of the subsequent effect of the catch crop impact on soil is also worth to be analysed further. Therefore, the purpose of the conducted research was to determine the changes of the selected chemical properties of the medium soil under the influence of the subsequent (in the second year after application) impact of catch crops and various tillage of triticale crops taking into account the way of cultivation of catch crops for its previous crop.

2. Materials and Methods

The field studies were conducted at the Agricultural Experimental Plant Swojec (51°07' N, 17°08' E), which belongs to the Wrocław University of Environmental and Life Sciences in Wrocław. The experiment was performed in 2015-2016 (one vegetation period) with a method of random splits (split-plot), in three repetitions. The experiment was established on in the middle river alluvial soils made of light clay sand, the soil was classified into a very good rye complex, class IVb. The first factor of the experiment involved the subsequent effect of the type of the catch crop used on the chemical properties of the medium soil (tab.1): the object without stubble catch crop, the object of catch crop from a mixture of legume plants (fodder bean (100 kg·ha⁻¹) and *vicia faba L* (130 kg·ha⁻¹)) and the object of white mustard catch crop (20 kg·ha⁻¹). Catch crops were cultivated for spring wheat, which was the previous crop of winter triticale, used in the research. The way the soil was grown was the second factor of the experiment. Table 1 describes five triticale pre-sowing tillage variants used, including the tillage for previous crop.

Table 1. Scheme of field experience (own study)

Factors	Name of treatment	
	Full	Short
I -Kind of catch crop	Without stubble catch crop	B.M.
	Stubble catch crop, legume mixture (fodder peas + <i>Vicia faba L.</i> (partim))	M.
	Stubble catch crop - white mustard	G.
II -Variants of tillage	Conventional tillage triticale with conventional tillage previous crop.	A1
	conventional tillage triticale with used disc harrow under previous crop	A2
	conventional tillage triticale with used direct sowing previous crop	A3
	simplified tillage triticale and previous crop with used disc harrow	A4
	direct sowing triticale and previous crop	A5

The experiment has studied the selected chemical parameters of the soil after the harvest of winter triticale: soil pH, its abundance in organic carbon and nitrogen, as well as the content of assimilable potassium and phosphorous. The soil's chemical properties were determined at a depth of 0-20 cm on the basis of the average samples taken after the triticale harvest from each object. The soil pH was determined electrometrically in 1M KCl solution, the soil content in the organic carbon using the Tiurin method, and total nitrogen using the

Kjeldahl method, while the content of assimilable potassium and phosphorus using the Egner-Riehm method.

Table 2 presents the agro-technical treatments performed on the plots. The Fernando varieties of triticale were sown in the amount of 220 kg·ha⁻¹ with a 12 cm spacing for direct sowing, and 15cm for the conventional tillage.

Table 2. Agro-technical treatments (own study)

Date	Agro-technical treatments
09.08.15.	spring wheat harvest
13.08.15	disc harrowing
19.08.15	harnessing using heavy harrow
20.08.15	Roundup Energy 540SL spraying (object A3 and A5)
11.09.15	sowing N and K
16.09.15	average plowing (object A1, A2, A3)
17.08.15	disc harrowing
17.09.15	harnessing using heavy harrow (without object A5)
19.09.15.	Roundup Energy 540SL spraying
24.09.15	harnessing using heavy harrow
25.09.15	tillage with swirling harrow (without object A3 and A5)
29.09.15	conventional and direct sowing of triticale of the Fernando variety
30.10.15	Maraton 375 SC spraying
26.02.16	sowing N
17.04.15	wheat spraying Chwastox Trio 540SL + Plonvit Z
30.04.15	sowing N
05.05.15	spraying with a liquid growth regulator 675SC + Amistar 250SC + Decis Mega 50EW
15.05.15	spraying Tilt Turbo 575 EC + Fastc 100 EC
25.07.15	triticale harvest

3. Results

The research results for pH of the soil are presented in figure 1. The soil pH oscillated between neutral and alkaline, and it was not significantly different from the control factors (fig. 1). The highest soil pH was found after using the catch crop of white mustard, but it was only 0,5% higher than pH obtained for the objects with a legume mixture of catch crop. In

conventional tillage of triticale using disc harrowing for triticale (A2), the soil pH was 0,9% lower compared to the non-plowing tillage (A4) or direct sowing (A5).

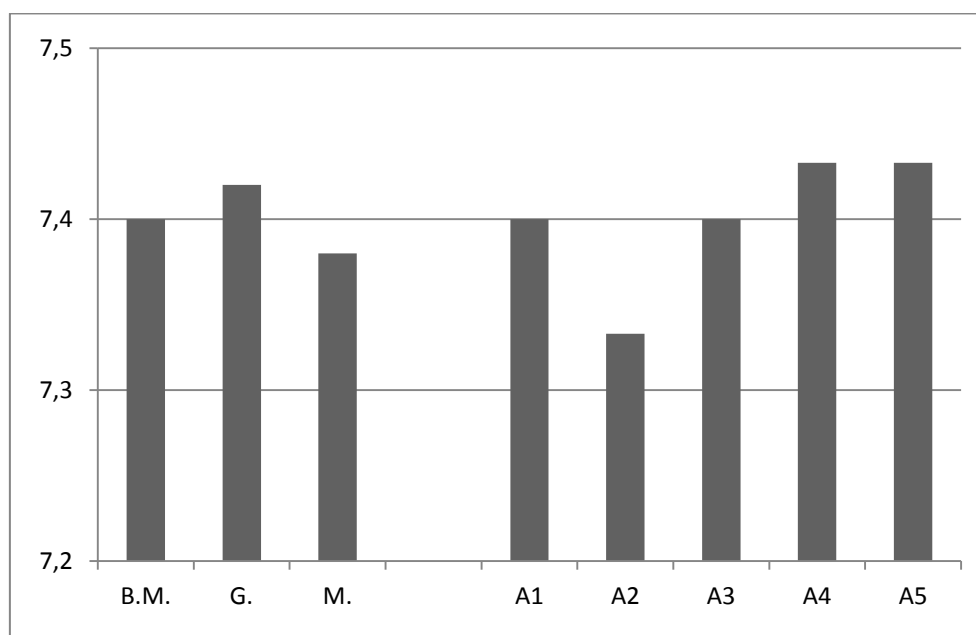


Fig.1. Reaction (pH) of the soil (own study)
explanations in table 1

Figure 2 shows the results of organic carbon content in the soil. The highest values of organic carbon were obtained for the soil after catch crop from the legume plants mixture (fig. 2). The content of organic carbon in the catch crop mixture increased by 3,6 p.p. compared to the mustard tillage and tillage without catch crop. The best tillage system for increasing the soil abundance with organic carbon was the direct sowing (A5), which determined an approximate 3% increase of the organic carbon content compared to the simplified tillage of triticale using disc harrow for previous crop (A4).

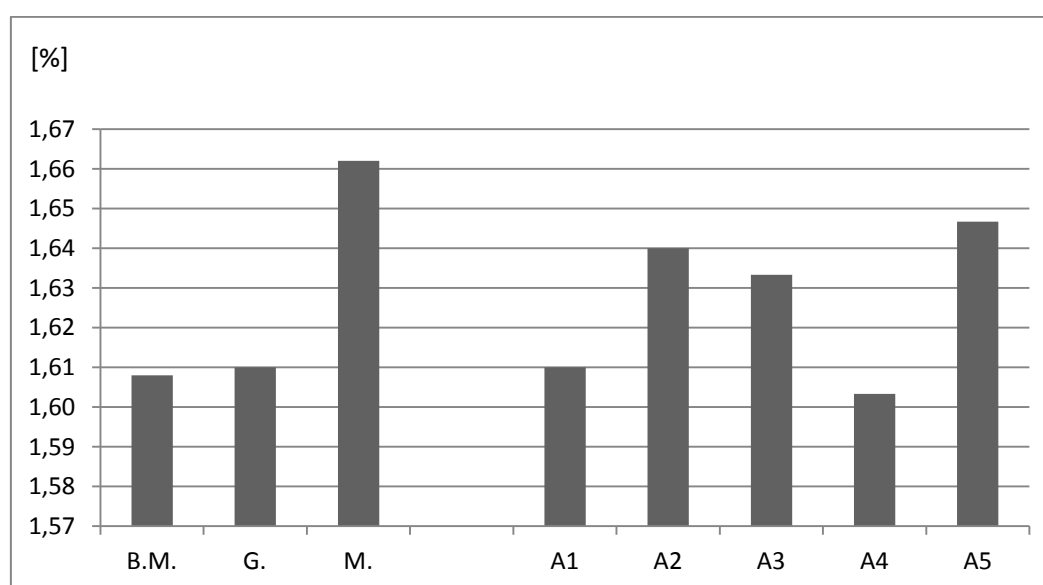


Fig 2. Content of organic carbon in the soli [%] (own study)
explanations in table 1

Figure 3 presents the study results of the total nitrogen content in the soil. It was observed that the overall nitrogen content has increased significantly after the introduction of catch crops from white mustard and the mixture of fodder bean and *vicia faba* L. (partim) (fig. 3).

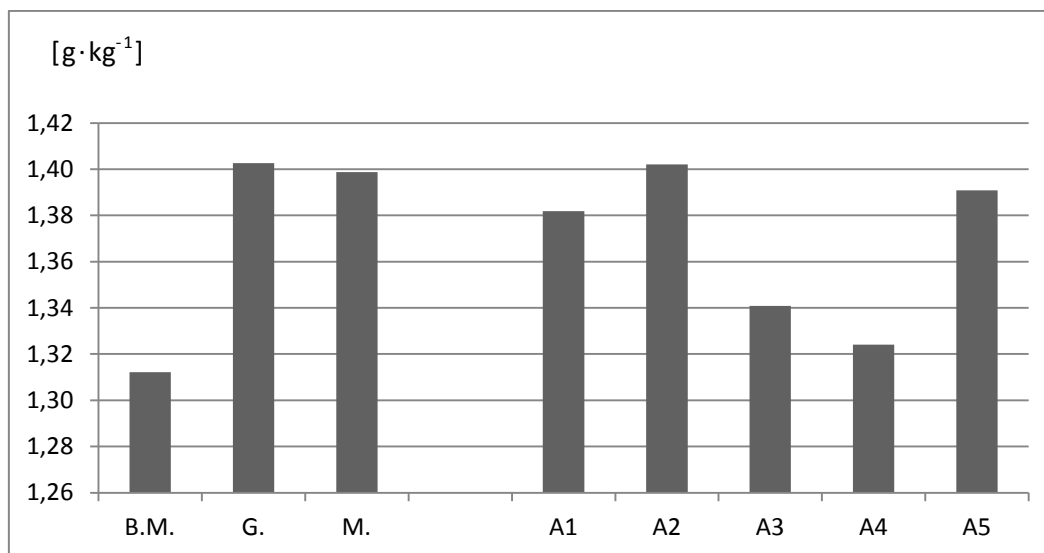


Fig 3. Content of total nitrogen in soil (g · kg⁻¹) (own study)
explanations in table 1

More than 7% of the nitrogen content in the studied soil was noted, on which the catch crops were used, compared to the soil sample without using phytosanitary plants. The highest nitrogen content in the soil was found after the conventional tillage of triticale using the disc harrow for previous crop (A2) and it was 5,7% higher compared to the simplified tillage of triticale and its previous crop (A4). Also in the zero tillage (A5), the nitrogen content was high and only 0,7% lower than in the conventional tillage of triticale using disc harrow for previous crop (A2).

The introduction of catch crops has significantly improved the soil fertility with the assimilable phosphorous (fig. 4). The increase of the content of assimilable phosphorous by, respectively, 4,1 and 3,1%, compared to the control sample, was noted in the objects, on which the catch crops of the legumes mixture and white mustard were used. The highest influence on the content of assimilable phosphorous came from the zero tillage (A5) and conventional tillage of the main plant with the direct sowing of previous crop (A3), where a higher content of assimilable phosphorous was noted, respectively, by 5% and 4%, compared to the conventional tillage of triticale and previous crop (A1).

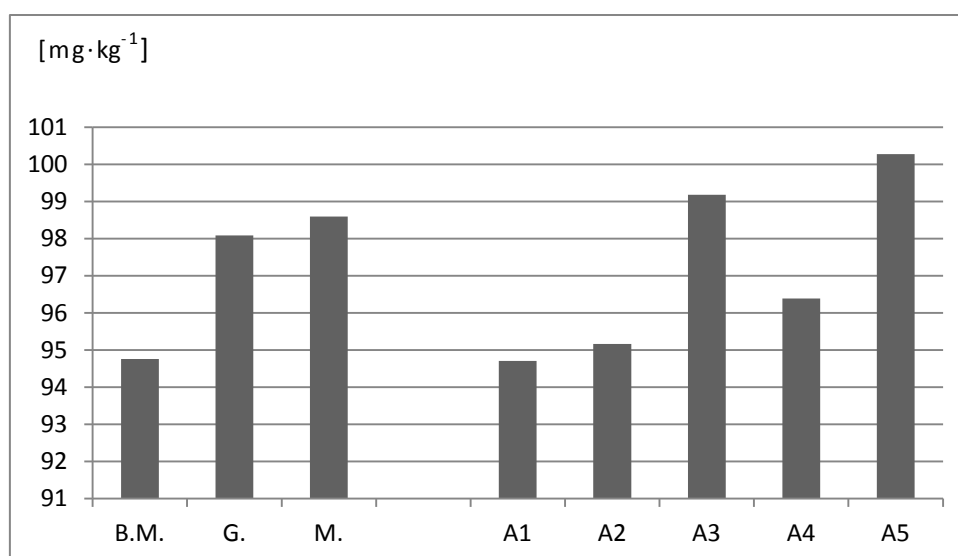


Fig 4. Content of assimilable phosphorus in the soil (mg · kg⁻¹) (own study)
explanations in table 1

Figure 5 shows the results of the studies of the assimilable potassium in the studied soil. The highest content of assimilable potassium was obtained in the tillage without catch crop, it was 1,4% higher than in the second year after the application of white mustard catch crop (fig. 5). The direct sowing (A5) was the best tillage method in this area, where the content of assimilable potassium was higher by 8,3% than in the conventional tillage of triticale and wheat (A1).

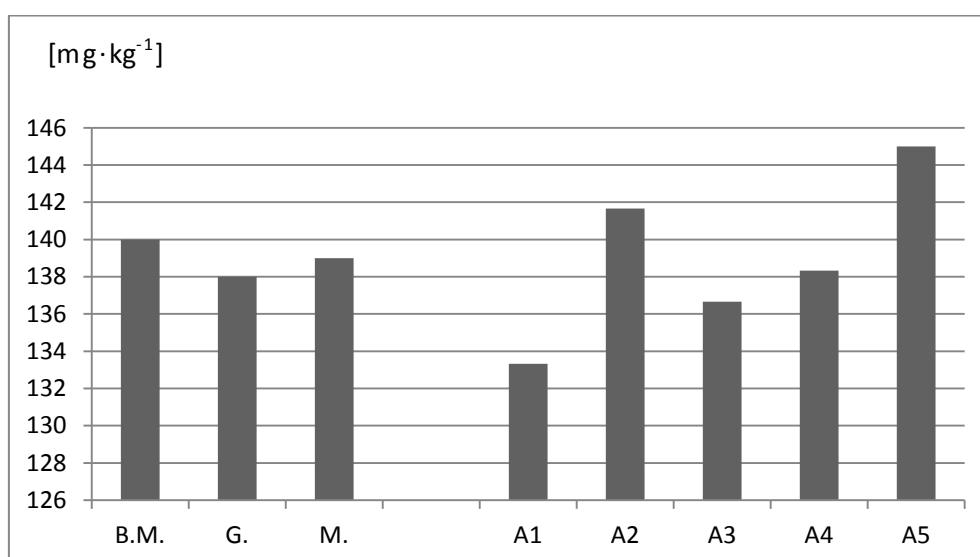


Fig 5. Content of assimilable potassium in the soil (mg · kg⁻¹) (own study)
explanations in table 1

4. Discussion

The suitable soil pH is necessary for the proper course of the biological processes, which conditions the collection of micro- and macro-nutrients by plants. Inadequate pH

blocks the release of certain nutrients from the soil, resulting in a decreased yield and deterioration of its quality. Own studies have shown that the application of catch crops and the studied tillage systems did not differentiate the pH values significantly. These results are supported by the studies by Wojciechowski (2009) and Pałysa et al. (2009), who did not notice any pH changes after mulch from catch crops. Idkowiak and Kordas (2009) as well as Waclawowicz (2013) did not show the pH differences under the use of diverse tillage methods. Cudzik et al. (2011) have a different opinion, who pointed to a higher pH after the introduction of tillage simplifications. According to Kraska and Pałysa (2004), the main factor influencing the pH changes is the type of simplifications of the plant species. They compared the plow and broodless systems for rye and barley. Restrictions in barley tillage have resulted in a higher pH, while in the rye tillage in a lower pH value.

Own studies confirmed the positive effect of catch crop from the legume mixture on the content of organic carbon, and it was 3,6 p. p. higher than in the tillage without catch crops. Also the tillage method has diversified these values, and the highest amount of carbon was determined under conditions of direct sowing (3,0 p.p. more than in the simplified tillage using disc harrow for previous crop). Wojciechowski (2009) noted a 3,8% increase in the humus content after plowing white mustard than in the tillage without catch crop. However, Waclawowicz (2013), after plowing beetroot leaves, did not note any changes in the content of this element.

The content of minerals was modified by the presence of catch crops. A 7% increase of overall nitrogen was noted after the application of both types of catch crops compared to the control sample. The phosphorous content increased by 4 and 3%, respectively, after the subsequent impact of mustard and the legume mixture. In contrast, the highest potassium content was noted in the absence of the phytosanitary plant. Wojciechowski (2009) proved that the plowed cereal-legume mixture increased the content of nitrogen, phosphorous and potassium respectively by 9,6, 15,1, and 17,2%. According to Waclawowicz et al. (2005), the introduction of natural and organic fertilizers into the soil contributes to the increase of the N and P content. Szagała et al. (1984) found that both straw and green fertilizers introduced twice to the four-pole shifts interact similarly with the P and K content, like the manure introduced every 4 years. While Siuta (1999) proved the bigger content of potassium after sowing catch crop, but a smaller one of phosphorous.

5. Conclusions

1. The types of catch crops and various tillage systems used in the studies did not significantly differentiate the pH value.
2. The positive effect of the catch crop from the legume mixture was shown on the content of organic carbon in the studied soil. The highest amount of organic carbon was determined under direct sowing conditions.
3. The subsequent impact of the catch crops used in the studies resulted in an increase in overall nitrogen and the content of assimilable phosphorous in the studied soil.

References

- Deuer I., 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.* 1: 29-43.
- Cudzik A., Białczyk W., Czarnecki J., Brennenstul M., Kaus A., 2011. Analiza wybranych właściwości gleby w różnych technologiach uprawy. *Inż. Rol.*, 4: 33-40.
- Harasim E., Gawęda D., 2010. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na plonowanie i efektywność energetyczną produkcji zbóż jarych. *Ann. UMCS, Sec. E, Agricultura*, 65 (1), 64–72.
- Idkowiak M., Kordas L., 2007. Ocena wpływu różnych systemów uprawy roli i nawożenia azotem na respirację gleby. *Fragm. Agron.* 1(93): 72-81.
- Jaskulski D., Jaskulska I., 2004. Wpływ nawożenia słomą, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie pszenica ozima-jęczmień jary. *Acta. Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 151-163.
- Kraska P., 2011. Wpływ konserwującej uprawy roli oraz międzyplonów na wybrane właściwości chemiczne gleby rędzinowej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(3): 77-92.
- Kraska P., Pałys E., 2004. Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony roślin na plonowanie jęczmienia jarego. *Ann. UMCS. Sec. E.* 59(1): 197-204.
- Kuś J., Jończyk K., 1999. Wpływ międzyplonów i sposobu uprawy roli na plonowanie roślin i zawartość azotu mineralnego w glebie. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 114: 83-95.
- Pałys E., Kuraszkiewicz R., Kraska P., 2009. Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych i roślin ochronnych na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Ann UMCS, Sect. E*, 64(4): 81-92.
- Parylak D., 2009. Materiały konferencyjne. Złoty Kłós 2009. Łosiów 16.12.2009.

Siuta A., 1999. Wpływ nawożenia słomą i biomasą międzyplonu ścierniskowego na plonowanie zbóż i wybrane wskaźniki żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 467, 245-251.

Szagała J., Wróbel Z., Mazur T., 1984. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w zmianowaniu na niektóre właściwości gleby. Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, 4-6 września 1984, 2, 21-27.

Wacławowicz R., 2013. Siedliskowe i produkcyjne skutki polowego zagospodarowania liści buraka cukrowego. Monografie 165, UP we Wrocławiu, ss.134.

Wacławowicz R., Parylak D., Śniady R., 2005. Następczy wpływ nawożenia organicznego oraz mineralnego azotowego na plonowanie oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. Pam. Pul., 139, 277 – 288.

Wanic M., Kostrzevska M., Myśliwiec M., Brzezina G., 2013. Wpływ wsiewek międzyplonowych i płodozmianu na niektóre fizyczne i chemiczne właściwości gleby. Fragm. Agron., 30(1): 121-132.

Wojciechowski W., 2009. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w optymalizacji nawożenia azotem jakościowej pszenicy jarej. Wyd. UP Wrocław, ss 122.

Winiarstwo i enoturystyka – nowoczesne formy rolnictwa i turystyki w Polsce

Mariusz Pacholak⁽¹⁾

¹PWSZ w Wałczu

Streszczenie

Rolnictwo zawsze wiązało ludzi ze środowiskiem naturalnym i spełniało wiele podstawowych potrzeb ludzkich. Przez wieki jednym z przykładów tego w Polsce było wino. Artykuł jest syntezą wieloletnich doświadczeń w dziedzinie produkcji wina. Intencją autora było pokazanie alternatywnego sposobu spędzania czasu przez turystów, w szczególności enoturystów - osób odwiedzających regiony wytwarzania win, pasji do wina i uprawy winorośli. Przedmiotem artykułu jest między innymi fenomen wina i turystyka winiarska we współczesnej Polsce. W artykule można też znaleźć przykłady projektów winiarskich i ich znaczenie dla rewitalizacji obszarów wiejskich.

Słowa kluczowe: winiarstwo, enoturystyka

Wine making and enotourism – modern forms of agriculture and tourism in Poland

Summary

Agriculture has always connected people with the natural environment and thus meeting many of their basic human needs. For centuries one of the examples of that in Poland has been wine making. The article is the synthesis of years of experience in the field of wine making. The author's intention was to show an alternative way of spending time by tourists, in particular, enotourists – people visiting wine regions, passionate about wine and viticulture. The subject of the article refers, among others, to the wine phenomenon and wine tourism in modern Poland. You can also find examples of winemakers' projects and their importance for rural regeneration.

Keywords: wine making, tourism, enotourism, viticulture, wine

1. Wstęp

Rolnictwo zawsze wiązało człowieka ze środowiskiem przyrodniczym, zapewniając mu zaspokojenie różnorodnych potrzeb życiowych i bytowych. Rozwijające się rolnictwo stwarzało szerokie możliwości rozwoju przedsiębiorczości na obszarach wiejskich. Należałoby tylko rozstrzygnąć problem i poszukiwać odpowiedzi na pytania: co produkować, jakie usługi świadczyć, co sprzedawać, gdzie lokować przedsięwzięcia, gdzie zdobywać środki na uruchomienie inicjatyw. Formy przedsiębiorczości na wsi mogą być różne. Może to być: modernizacja gospodarstw rolnych, rozbudowa przetwórstwa rolno-spożywczego, rozwój usług, rozwój handlu, rzemiosła (Sikora, 2014). Bez wątpienia jedną z form prężnie rozwijającą się w wielu regionach Polski od kilkunastu już lat stało się winogrodnictwo oraz enoturystyka jako następstwo wielu działań właścicieli winnic i stowarzyszeń winiarskich. W prezentowanym artykule opisywane jest winiarstwo, jego rozwój na ziemiach polskich, które staje się dla setek rodzin w wielu regionach Polski alternatywnym źródłem dochodu oraz sposobem na życie. Tworzenie nowych miejsc pracy,

rozwój usług przyczynia się do pobudzania przedsiębiorczości u mieszkańców wsi, a w konsekwencji poczucia dumy z miejsca zamieszkania.

2. Winogrodnictwo na ziemiach polskich - zarys historyczny

Znajomość sadownictwa, w tym winogrodnictwa oraz jego rozwój, wiązać należy z działalnością klasztorów. Za prekursorów winiarstwa polskiego uważa się zakony benedyktynów oraz cystersów. Uprawa winorośli służyła wytwarzaniu wina na cele liturgiczne. Wraz z duchowieństwem przybywali koloniści świeccy, a wśród nich i winiarze. Za czasów Bolesława Chrobrego właśnie oni zakładali winnice i kształcili winiarzy polskich. Stąd też w nieco późniejszym okresie winnice powstawały także przy szpitalach – często dzierżawione od klasztorów – gdyż wino było uważane za skuteczne lekarstwo w wielu chorobach. Z czasem wino zaczęto traktować jako napój konsumpcyjny o wartości handlowej. O ile w wieku XIII winiarstwo nie miało w Polsce większego znaczenia gospodarczego, a wino było luksusowym napojem możnych, o tyle wiek XIV przyniósł zasadniczą zmianę. Był to okres największego rozpowszechnienia upraw winorośli w Polsce. Winnice zakładane były przez mieszczan, a kroniki wymieniają liczne miejscowości, w których wyrabiano wino. Najwięcej upraw winorośli znajdowało się na Śląsku, w Zielonej Górze, Poznaniu, Toruniu, Płocku, Sandomierzu, Lublinie i Krakowie. Istnienie upraw winorośli znalazło potwierdzenie w nazewnictwie wielu polskich miejscowości, na przykład: Winnagóra, Winnica, Winiary, Winogrody. Powierzchnia upraw zwiększała się i znacznie wzrosła konsumpcja wina, które było już powszechnie spożywane na równi z piwem i miodem. Regres winiarstwa polskiego rozpoczął się w XV wieku. Głównym powodem mniejszego zainteresowania zakładaniem nowych winnic i eksploatacją już istniejących był coraz powszechniejszy i tańszy import wina z krajów, w których uprawa winorośli była łatwiejsza. Także występujące w Polsce często mroźne zimy obniżały lub niweczyły plon winogron, co czyniło uprawę drogą i mało opłacalną. Ostateczne spustoszenie w polskich winnicach dokonały nie mrozy, lecz długotrwałe wojny w XVII wieku. Wyniszczona wojnami Polska stała się krajem zbyt ubogim, aby ktokolwiek myślał o zachowaniu tradycji winiarskich.

W wieku XX najdłużej oparły się różnym przeciwnościom (wojny, mrozy) winnice w rejonie Zielonej Góry. Jeszcze w okresie międzywojennym areał winnic zielonogórskich wynosił ok. 300 hektarów.

W ostatnich kilkudziesięciu latach w wielu regionach Polski obserwuje się wyraźny wzrost zainteresowania uprawą winorośli i winiarstwem. Przyczyniły się do tego (Myśliwiec 2009):

- a) stopniowe ocieplanie klimatu Polski, sprzyjające uprawie winorośli,
- b) pojawienie się w uprawie nowych odmian winorośli bardziej przystosowanych do warunków polskiego klimatu,
- c) przyjmowanie zachodnioeuropejskich wzorców konsumpcji alkoholu (np. spożywanie wina do posiłków),
- d) wzrost świadomości konsumentów o dietetycznych i zdrowotnych właściwościach wina,
- e) poprawa stanu wiedzy sadowników na temat uprawy winorośli i winiarstwa dzięki doświadczeniom zdobywanym podczas prac w europejskich winnicach oraz coraz liczniej wydawanej w Polsce literaturze fachowej,
- f) poszukiwanie przez sadowników nowych, alternatywnych możliwości zarobkowania.

3. Fenomen wina i turystyki winiarskiej w Polsce współczesnej

Współczesny świat zmienia się w zawrotnym tempie. Wszystkie czynniki determinujące te zmiany (techniki informacyjne, zmiany w transporcie, powszechna globalizacja) wpływają w zasadniczym stopniu na rozwój turystyki. Śledzenie tych zmian jak podają Gołębiewski i Niezgoda (2014) nie tylko umożliwia przystosowanie się do nich, ale pozwala także na próbę przewidywania ich wpływu na kształtowanie się zjawiska turystyki (w tym także enoturystyki) w przyszłości.

Jednym z objawów współczesnej turystyki jest ekspansja tradycyjnych i kreowanie nowych form ruchu turystycznego. Coraz większym zainteresowaniem cieszy się turystyka realizowana w środowisku wiejskim, zarówno w odniesieniu do środowiska przyrodniczego jak i kulturowego (Styperek, 1998). Agroturystyka w Polsce nie jest zjawiskiem nowym. Od lat istniały rejony, gdzie w gospodarstwach rolnych popularne było przyjmowanie gości z miasta. Dziś jednak mamy do czynienia ze wzrostem liczby osób wybierających tę formę wypoczynku, integrującą agroturystykę z enoturystyką. Dane publikowane przez Światową Organizację Turystyki potwierdzają, że turystyka jest jedną z najlepiej rozwijających się gałęzi gospodarki. Zarówno w Polsce jak i w wielu państwach Unii Europejskiej turystyka wiejska jest ważnym elementem w ożywianiu gospodarki na wsi. Daje szanse zatrudnienia wielu mieszkańcom wsi – w usługach hotelarskich, gastronomicznych, w handlu, przy

obsłudze parkingów, organizacji festynów, pielęgnacji krajobrazu (w tworzeniu szeroko pojętej infrastruktury przyciągającej turystów jak np.: tworzenie tras spacerowych i rowerowych). Najistotniejszym czynnikiem, który przyciąga turystów jest nieskażone środowisko naturalne. Drugim czynnikiem, mającym duże znaczenie dla turystów są walory kulturowe regionu: interesujące obiekty, tradycyjne rzemiosło, produkty regionalne. Można wyróżnić dwa typy czynników (wewnętrzne i zewnętrzne czynniki sukcesu w enoturystyce), które skłaniają turystów do odwiedzania danego rejonu. Zewnętrzne czynniki to: atrakcyjność krajobrazowa danego rejonu i jego nasycenie obiektami zabytkowymi. Do czynników wewnętrznych możemy zaliczyć standard bazy turystycznej: jakość usług agroturystycznych, standard bazy noclegowej, życzliwość gospodarzy. Dokonanie oceny obu typów czynników pozwoli wskazać potencjalne możliwości rozwoju usług agroturystycznych (Kłodziński, 2002). Kolejnym warunkiem rozwoju agroturystyki jest kreowanie pozytywnego stosunku mieszkańców wsi do turystów. Miła obsługa i życzliwość gospodarzy, obok odpowiedniego standardu wyposażenia gospodarstwa agroturystycznego, wskazywane są przez turystów jako kluczowy element sukcesu przedsięwzięcia. Często wysokie walory turystyczne miejscowości, czy rejonu – nasycenie interesującymi obiektami i różnorodnymi usługami – mogą być niewystarczające, jeżeli jakość obsługi w gospodarstwie agroturystycznym jest niezadowalająca.

Fenomenem ostatnich lat w wielu rejonach Polski – rozpatrywanym w kontekście rozwoju turystyki wiejskiej, czy turystyki w ogóle – stała się turystyka winiarska, czyli enoturystyka.

Winiarska turystyka cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem w szczególności na południu Czech – na Morawach, Słowacji, Francji, Włoszech, Niemczech. Ta forma turystyki to duża szansa na promocję turystyczną dla wielu województw naszego kraju. Zwłaszcza w województwie lubuskim, które posiada wielowiekowe tradycje winiarskie. Niewielkie gospodarstwa winiarskie mogą stać się trwałym elementem ich pejzażu. Wśród polskich winiarzy obserwuje się coraz większe zainteresowanie tworzeniem szlaków winnych, jak np. Lubuski Szlak Wina i Miodu (<http://szlakwinaimiodu.pl>), czy Małopolski Szlak Winny (<http://malopolskiszlakwinny.pl>). Szlaki winne są to połączone szlakiem turystycznym winnice oraz inne obiekty, instytucje związane z winiarstwem lub historią danego regionu. Na południu i zachodzie są one rozpowszechnione i stanowią atrakcję przyciągającą wielu turystów. Wraz z rozwijającym się winiarstwem w naszym kraju, zaczęły się odwiedziny winnic, gospodarstw rolnych przez pasjonatów wina i winiarstwa. Są to zarówno pojedyncze osoby, jak i mniejsze, czy większe grupy zorganizowane. Wśród odwiedzających bardzo

często okazuje się, że poza bardzo istotnym elementem, jakim jest próba wina - degustacja, osoby nastawione są na zdobywanie wiedzy na temat wytworzonego wina, możliwości technologicznych, a także na szeroko pojętą kulturę winiarską. Istotnym przejawem świadomego interesowania się sympatyków winiarstwa jego aktualnym stanem, są podejmowane rozmowy dotyczące nadal niekorzystnych warunków prawnych i braku ujednolicenia prawa polskiego z unijnym - to częsty dyskurs towarzyszący tym spotkaniom.

4. Produkt turystyczny małej miejscowości/rejonu turystycznego a korzyści dla wsi/gminy

Musimy nauczyć się wykorzystywać nasz potencjał jakim są lasy, jeziora, zabytki - mówią specjaliści od turystyki. Przykłady wielu krajów wskazują, że wykorzystanie walorów turystycznych wymaga nie tylko kapitału, ale przede wszystkim pomysłów i wiedzy, jak je zrealizować. Jaki produkt turystyczny stworzyć, by w swej oryginalności przyciągał potencjalnych turystów? Zadajmy sobie – na pozór elementarne – pytanie: co to jest produkt turystyczny? Pojęcie “produktu turystycznego” obciążone jest pewnymi niejasnościami. Generalnie, „produktowi turystycznemu” przypisuje się w literaturze dwojaki sens: w węższym znaczeniu oznacza on wszystko, co turysta kupuje, w szerokim – wszystko, co turysta czyni w czasie podróży oraz w miejscu przeznaczenia (pobytu w docelowym miejscu). Większość autorów uważa, że przedmiotem wymiany na rynku turystycznym są:

1. dobra i usługi, dla których czynnikiem popytotwórczym jest wyłącznie turystyka (np. przejazdy, noclegi, usługi przewodnickie),
2. dobra i usługi, których zakup występuje w związku z uprawianiem turystyki, ale które stanowią jedynie pewną substytucję konsumpcji w innych okresach i w innym miejscu (np. obuwanie, ubiór),
3. dobra i usługi, które zaspokajają te same potrzeby występujące zarówno u turystów, jak i osób nie będących turystami (np. łączność, ochrona zdrowia).

Inni twierdzą, że produkt turystyczny tworzą:

1. podstawowe dobra turystyczne (walory turystyczne),
2. dobra materialne i usługi świadczone przez wytwórców,
3. udogodnienia.

Klasyfikacja ta słusznie zwraca uwagę na rolę podstawowych dóbr turystycznych, które w turystyce rekreacyjnej bywają głównym motywem podróży, ale w jakimś sensie pomija takie formy, jak podróże w interesach, w celach edukacyjnych itp.

Produkt kulturowy wywodzi się z dziedzictwa kulturowego. Elementy dziedzictwa, istniejące fizycznie w otoczeniu człowieka mają swoje określone wartości:

- skojarzeniowo symboliczną (poczucie tożsamości i samoidentyfikacji z miejscem),
- estetyczną (odczucie piękna),
- ekonomiczną (podstawa do sprzedaży produktów i usług opartych na dziedzictwie)
- informacyjną (wiedza o otoczeniu i przeszłości).

Potencjał dziedzictwa ujawnia się w kondycji zasobów (liczba i stan zachowania) oraz w możliwości eksponowania i odbioru wartości. Punktem odniesienia tych rozważań jest definicja S. Medlika (1995), który wyróżnił produkt turystyczny *sensu stricto* (wszystko to, co turyści kupują oddzielnie lub w formie pewnego zestawu usług) oraz produkt turystyczny *sensu largo* (cało przeżytego doświadczenia od chwili opuszczenia domu do chwili powrotu).

Produkt turystyczny *sensu stricto* jest tworem bardzo złożonym, składającym się z wielu różnorodnych elementów: zarówno dóbr materialnych (w tym walorów i zagospodarowania turystycznego), jak i dóbr niematerialnych, czyli usług.

Wszystkie te elementy powinna spajać jedna nadrzędna idea (pomysł na produkt), a także właściwa i sprawna organizacja (zabezpieczenie logistyczne, fachowa „produkcja”, sprzedaż itp.). Jakość tak rozumianego produktu turystycznego zależy niemal wyłącznie od jego organizatora (od jego profesjonalizmu, rzetelności, dbałości o jakość usług częściowych etc.).

Z punktu widzenia nabywcy produktem turystycznym są jednak wszystkie wydarzenia, jakie zachodzą w trakcie jego pobytu poza domem. Równie istotne jak „trzon” produktu (czyli zakupiony zestaw dóbr i usług) jest więc także jego „otoczenie”: pogoda w czasie urlopu, zawarte podczas podróży znajomości, ogólna atmosfera wycieczki, wewnętrzne przeżycia każdego z uczestników, zdobyte nowe doświadczenia, umiejętności, jak również wizerunek miejsca wypoczynku (<http://www.wsth.edu.pl/wydawnictwo/Kaczmarek.pdf>). Przykładem – wspomnianego powyżej – produktu turystycznego *sensu stricto*, w formie pewnego zestawu usług, jest utworzony Lubuski Szlak Wina i Miodu. Jest to kolejny krok w promowaniu produktów regionalnych Ziemi Lubuskiej. Przedsięwzięcie skierowane jest do turystów odwiedzających nasze województwo. Lubuski Szlak Wina i Miodu skupia przedstawicieli winnic, pasiek i instytucji związanych z winiarstwem, oraz pszczelarstwem.

W związku z zarysowaną powyżej koncepcją produktu turystycznego można zapytać: jaką rolę ma turystyka wiejska w ratowaniu tradycji i dziedzictwa kulturowego? Jaki wpływ ma rozwój agroturystyki na zmniejszenie strukturalnego bezrobocia i patologii na wsi?

Wracając do pierwszego z postawionych pytań możemy stwierdzić, że pojawiają się inne realne i podstawowe cele indywidualne rolnika, z których niezbieżnie wynika, że agroturystyką zająć się jest warto, przede wszystkim dlatego że:

1. coraz trudniej jest utrzymać rodzinę tylko z działalności gospodarstwa rolnego, a problem ten dotyczy nie tylko małych kilku hektarowych gospodarstw ale nawet o wiele większych w zależności od regionu kraju,
2. Można stosunkowo bez wielkich nakładów uzyskać dodatkowe dochody wolne od podatków i opłat (Dz. U. nr 5 1995 poz.25 ust.43), a tym samym poprawić poziom, standard i atrakcyjność życia całej rodziny rolnika,
3. Łatwiej jest sprzedać niektóre produkty pochodzące z gospodarstwa bądź wytworzone bezpośrednio przez rolnika agroturystom i turystom,
4. Pojawia się również możliwość nawiązania nowych znajomości, wartościowych kontaktów interpersonalnych oraz spotkań z ciekawymi ludźmi,
5. Rozwijając własne markowe produkty gospodarstwa agroturystyczne mają możliwość tworzenia nowych miejsc pracy szczególnie dla własnych dorastających dzieci,

Powstające gospodarstwa agroturystyczne w obrębie jednej wsi mają bezpośredni wpływ na wydłużenie sezonowości oraz poprawę atrakcyjności własnego otoczenia, a tym samym przyczyniają się do powstawania nowych inwestycji i usług tzw. paraagroturystycznych (np.: fryzjerskich, krawieckich, fitnessu, gastronomicznych, przewodnickich, wypożyczalnie: rowerów, łódek, nart, kłódów, sanek itp.) pod potrzeby odwiedzających i przyjeżdżających na wieś, a z kolei te potrzeby wywołują tworzenie etatów, a co za tym idzie nowych miejsc pracy. Taki mechanizm ma znaczny wpływ na likwidację bezrobocia strukturalnego, co z kolei pociąga za sobą powstawanie nowych inwestycji np. boisk sportowych, basenów, hal sportowych, siłowni, klubów, bilardowni, kręgielni, pubów, restauracji itp. Wpływa to z kolei znacznie na działania zmierzające do poprawy infrastruktury (chodniki, drogi, oświetlenie, kanalizacja, wodociągi, gaz, komunikacja, informacja itp.) z której korzystają również sami mieszkańcy wsi (S. J. Jarzyna - Prezes Polskiej Izby Agroturystyki).

Odpowiadając na drugie pytanie musimy sobie uświadomić fakt, że turystyka wiejska w sposób bezpośredni ratuje tradycje i dziedzictwo kulturowe wsi poprzez to, że:

1. Z turystyki wiejskiej uzyskuje się dochody, z których znaczną część samorządy mogą przeznaczyć na ochronę przyrody i kultury wsi (są to wpływy pośrednie VAT, rachunek satelitarny i bezpośrednie, np. opłata meldunkowa, klimatyczna, opłata za odstrzał, za korzystanie z łowisk itp.),
2. Agroturyści chętniej zamieszkują w starym drewnianym domu, aniżeli w nowym, co pozwala zachować i utrzymać oryginalną zabudowę wsi i jej tradycyjny charakter,
3. Dzięki potrzebom agroturystyki i turystyki udało się uratować wiele walorów antropogenicznych (pięknych zabytkowych chałup, zajazdów, oberży, budowli sakralnych, dworów, pałaców itp.),
4. To dzięki wiejskiej turystyce nie zanikły stare obrzędy, obyczaje, zwyczaje, tradycyjna sztuka ludowa i rękodzieło, której pokazy odbywają się w obrębie gospodarstw agroturystycznych w skansenach, na festiwalach sztuki ludowej, na festynach, dniach folkloru, dniach chleba, ziemniaka, dożynkach itp.,
5. Agroturyści i turyści chętnie konsumują potrawy ludowe, dzięki temu przekazuje się i chroni dziedzictwo kulinarne oparte na starodawnych przepisach (podpiwek, knidziuk, cepeliny, war, kwasienica itp.), mogą oni je konsumować w gospodarstwach agroturystycznych oraz licznie ostatnio powstających ludowych karczmach, oberżach, zajazdach, itp.,
6. Gospodarze – rolnicy coraz częściej oferują agroturystom w formie własnego produktu agroturystycznego różne atrakcje z przeszłości, np. wypiek pieczywa, pieczenie barana, wybieranie miodu, malowanie pisanek, wyszywanki, wycinanki tzw. rękodzieło ludowe oraz pokazy starych maszyn, sprzętu domowego, przejażdżki bryczkami, naukę zbierania siana, uprawy dawnych odmian roślin itd.

Obecny zanik granic na mapie Europy służy niewątpliwie trwałemu pokojowi. Powinniśmy jednak zawsze pamiętać, że najważniejsze są te niewidzialne duchowe granice ludzkiej osobowości, a ich przełamywanie może nastąpić jedynie po przez bliskie poznawanie kultur, tradycji i obrzędów innych narodów, grup etnicznych, a to z kolei ma wielki wpływ na wytworzenie trwałych fundamentów przyjaźni oraz tolerancji pomiędzy ludźmi i narodami (S.J. Jarzyna - Prezes Polskiej Izby Agroturystyki).

Produkt regionalny/turystyczny tworzą konkretne, nieprzypadkowe osoby, z pasją, identyfikujący się z różnorodnymi pracami, cyklami produkcji, etc. Pracę winogrodnika uważa się za „przykład dobrej pracy, ukazujący misję plantatora i producenta wina, jest szczególnie cenny, zwłaszcza, gdy w realizacji posłannictwa widzą oni potrzebę przekraczania bariery obowiązków” (Kuleczka, 2009).

5. Przedsięwzięcia winiarzy a rewitalizacja obszarów wiejskich

Enoturystyka w bardzo kompleksowy sposób może przyczynić się do rewitalizacji obszarów wiejskich (Sznajder i Przezbórska, 2006).

Dyskusja nad terminem „obszar wiejski” toczy się od dawna. Pojęcie to nie jest jednoznaczne. W zależności od kraju, interpretacja obszaru wiejskiego jest zróżnicowana. Najczęściej obszar wiejski uzależnia się od liczby zamieszkującej dany obszar, bądź od gęstości zaludnienia, czy od wielkości osad, urbanizacji regionu, itp. w Polsce do badań obszarów wiejskich przyjęło się więc używać definicji Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), która mówi, że obszarem wiejskim jest terytorium poza granicami administracyjnymi miast. Odpowiedzią na zasygnalizowane w powyższym punkcie przedsięwzięcia winiarzy, staje się działalność wielu podmiotów partycypujących w powołanych w całym kraju licznych stowarzyszeniach winiarskich, szlakach winnych, czy klastrach. Podstawowym celem polityki opartej o klastry, jest dążenie do podnoszenia poziomu konkurencyjności gospodarki lokalnej, regionalnej i narodowej. Klastr tworzy grupa przedsiębiorców i instytucji zajmujących się określoną działalnością i wzajemnie się wspierających i uzupełniających. Ta forma zorganizowania gospodarki zorganizowania gospodarki, stanowi nowy sposób spojrzenia na podnoszenie konkurencyjności w regionie, zarówno w organizacji sektorów przemysłowych, jak również i usług. Klastry powstawać mogą we wszystkich sektorach gospodarki, zarówno w sektorach o wysokich technologiach, jak i tradycyjnych (Matlagiewicz, 2006).

Funkcjonujące w Polsce stowarzyszenia winiarskie, wykorzystują partnerstwo i współpracę między poszczególnymi podmiotami/członkami, a także ze światem nauki i badań, czerpiąc wiedzę i doświadczenie potrzebne do podnoszenia jakości produktu, efektywności działania we własnej winnicy.

6. Problemy i wyzwania winogrodnictwa polskiego

Mając na uwadze najważniejsze problemy z jakimi borykają się winiarze polscy w większości przyjmujący na swoich winnicach gości/enoturystów, należy wymienić kilka strategicznych celów oczekiwanych przez wspomniane podmioty adresowane do Ustawodawcy:

- dostosować polskie normy i regulacje prawne do standardów obowiązujących w państwach Unii Europejskiej,

- zintensyfikować działania na rzecz ochrony środowiska na obszarach o szczególnym znaczeniu dla potrzeb turystyki/enoturystyki,
- dokonywać rejestracji nowych środków ochrony roślin dla winorośli,
- wprowadzać ułatwienia podatkowe dla wytwórców regionalnych produktów,
- rozszerzyć zakres promocji turystycznej/enoturystycznej.

Literatura

Gołembski G., Niezgoda A., Turystyka wobec zmian współczesnego świata. Zmiany, bariery, innowacje, (red.) G. Gołembski, A. Niezgoda, Poznań 2014.

Pałasz L. (red.), Szanse i zagrożenia rozwoju polskich obszarów wiejskich w rozszerzonej Unii Europejskiej, Szczecin 2004.

Kłodziński M.: Przedsiębiorczość wiejska w Polsce i krajach Unii Europejskiej, Warszawa: IRWiR PAN 2002.

Kres B., Winiarstwo na ziemi lubuskiej, Poznań 1972.

Kuleczka P. (red.), Edukacyjny dialog na szlaku winnych wzgórz, Sulechów 2009.

Kuleczka P., Szlakiem winnych wzgórz, [w:] P. Kuleczka (red.) Edukacyjny dialog na szlaku winnych wzgórz, Sulechów 2009.

Matlegiewicz M., Kłastory jako czynnik aktywizujący rynek lokalny na obszarach wiejskich, [w:] Potencjał rozwojowy obszarów wiejskich w aspekcie wstąpienia Polski do Unii Europejskiej, (red.) L. Pałasz, Szczecin 2006.

Myśliwiec R., Winorośl i wino, Warszawa 2006.

Myśliwiec R., Uprawa winorośli, Kraków 2009, s. 5.

Sikora J. Agroturystyka przykładem przedsiębiorczości na obszarach wiejskich w Polsce, [w:] Turystyka wobec zmian współczesnego świata. Zmiany, bariery, innowacje, (red.) G.

Sokołowska S., Bisag A., Wieś i rolnictwo w procesie zmian. Szanse rozwojowe rolnictwa w przestrzeni europejskiej, Opole 2008.

Styperek J., Piesze szlaki turystyczne jako czynniki aktywacji gmin w aspekcie agroturystycznym, [w:] Agroturystyka inaczej, (red.) Raszka B., J. Sikora, Poznań 1998, s. 109.

Sznajder M., Przezbórska L., Agroturystyka, Warszawa 2006.

Wierzbicki Z.T., Kaleta A. (red.), Rolnictwo i wieś europejska. Od korzeni ku wspólnej przyszłości w XXI wieku, Toruń-Warszawa 1998.

<http://szlakwinaimiodu.pl/> (dostęp: 07.05.2017).

<http://malopolskiszlakwinny.pl> (dostęp: 07.05.2017).

<http://www.wsth.edu.pl/wydawnictwo/Kaczmarek1.PDF>

http://piaszczecin.to.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=1 –
wypowiedź S. J. Jarzyny - Prezesa Polskiej Izby Agroturystyki.

Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do grupowania drewna na podstawie cech elektrycznych

Katarzyna Pentoś⁽¹⁾, Deta Łuczyczna⁽¹⁾, Tobiasz Wysoczański⁽¹⁾, Konrad Ożdżyński⁽²⁾

¹Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

²Wrocławska Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej

Katarzyna Pentoś: katarzyna.pentos@upwr.edu.pl

Streszczenie

Cechy elektryczne drewna znajdują w ostatnim czasie wiele zastosowań. W badaniach wykorzystano próbki siedmiu gatunków drewna (liściastego i iglastego), dla których zmierzono impedancję zespoloną w zakresie częstotliwości pola elektromagnetycznego od 1 kHz do 1 MHz i obliczono moduł impedancji. Impedancję zmierzono dla próbek pochodzących z bieli i twardzieli, oddzielnie dla kierunku pola elektromagnetycznego równoległego i prostopadłego do kierunku słoików. Ponieważ wyraźne różnice w wartościach modułu impedancji drewna zaobserwowano dla częstotliwości mniejszych niż 4 kHz, do celów grupowania wykorzystano moduł impedancji mierzony dla częstotliwości 1600 Hz. Zadanie grupowania wykonano wykorzystując trzy metody zaliczane do technik sztucznej inteligencji: sztuczne sieci neuronowe Kohonena, sieci rezonansowe ART2 oraz metody rozmyte. Uzyskane wyniki wskazują, że moduł impedancji może być użytecznym parametrem w zadaniach różnicowania drewna według gatunku.

Słowa kluczowe: drewno, impedancja, grupowanie, sztuczna inteligencja

The use of artificial intelligence methods for wood clustering based on electrical parameters

Summary

Wood is a material widely used for many purposes. The seven native soft- and hardwoods were included in the tests. For each specimen, the complex impedance measurements were carried out at frequencies from 1 kHz to 1 MHz. Based on complex impedance, absolute value of impedance was calculated. The impedance was measured for sapwood and heartwood and with parallel and perpendicular orientation of the electrical field with respect to the visible grain. The significant differences in absolute value of impedance between wood species were observed for frequency below 4 kHz. Therefore, for further analysis, impedance measured at frequency 1600 Hz was used. Clustering was performed with the use of three clustering methods: Kohonen neural networks, ART2 neural networks and fuzzy clustering. According to results, it can be stated that absolute value of impedance is promising parameter for wood species differentiation.

Keywords: wood, impedance, clustering, artificial intelligence

1. Wstęp

Drewno jest materiałem często wykorzystywanym w różnych gałęziach gospodarki (budownictwo, produkcja mebli, energetyka) ze względu na wiele zalet. Jest to materiał lekki, o niskiej przewodności cieplnej, który łatwo poddaje się obróbce. Niestety, drewno ulega także poważnym uszkodzeniom na skutek kontaktu z wilgocią. Drewno składa się głównie z celulozy (ok. 45%), hemicelulozy (ok. 30%) i ligniny (ok. 20%). Jeśli chodzi o mikrostrukturę drewna, istnieją znaczące różnice między drewnem gatunków liściastych i iglastych. Gęstość drewna zależy od gatunku, rodzaju drewna, wieku, słoistości, udziału drewna późnego i umiejscowienia drewna na pniu. Elektryczne i dielektryczne parametry drewna zależą od wielu czynników takich jak gatunek drewna, temperatura, wilgotność, gęstość, właściwości chemiczne, kierunek słoików i częstotliwość (Avramidis i in. 2006, Brischke i Lampen 2014,

Brischke i in. 2014, Forrer i Funck 1998, Fredriksson i in. 2013, Husein i in. 2014, Tiitta i in. 2003). Cechy te wykorzystywane są do nieniszczącego i dokładnego pomiaru niektórych parametrów drewna. Pomiar rezystancji wykorzystuje się w celu określania wilgotności drewna dla różnych gatunków oraz dla tego samego gatunku o różnym pochodzeniu (Brischke i Lampen 2014; Forsén i Tarvainen 2000). ERT (Electrical Resistivity Tomography) jest używana do wykrywania uszkodzeń wywołanych grzybami (Bieker i in. 2010, Brazee i in. 2011). Spektroskopia THz pozwala ocenić wilgotność drewna i jego gęstość (Inagaki i in. 2014) oraz wykrywać uszkodzenia (Oyama i in. 2009). Jest także wykorzystywana w dendrochronologii (Jackson i in. 2009). Parametry dielektryczne drewna znalazły zastosowanie w ocenie jakości powierzchni drewna (Forrer i Funck 1998).

Grupowanie jest jedną z podstawowych metod analizy danych. Jego celem jest podział zbioru obiektów na homogeniczne grupy. Obecnie dostępnych jest wiele różnych algorytmów grupowania i wykorzystywane są one w wielu dziedzinach nauki np. medycynie, biologii, technologii żywności, inżynierii rolniczej itp. (Andres-Agustin i in. 2006, Arciola i in. 2007, Medina i in. 2010, Rahman i Gamon 2004). Wybór algorytmu grupowania zależy od specyfiki parametrów opisujących obiekty.

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości wykorzystania parametrów elektrycznych drewna (modułu impedancji) do różnicowania gatunków drewna.

2. Materiał i metody

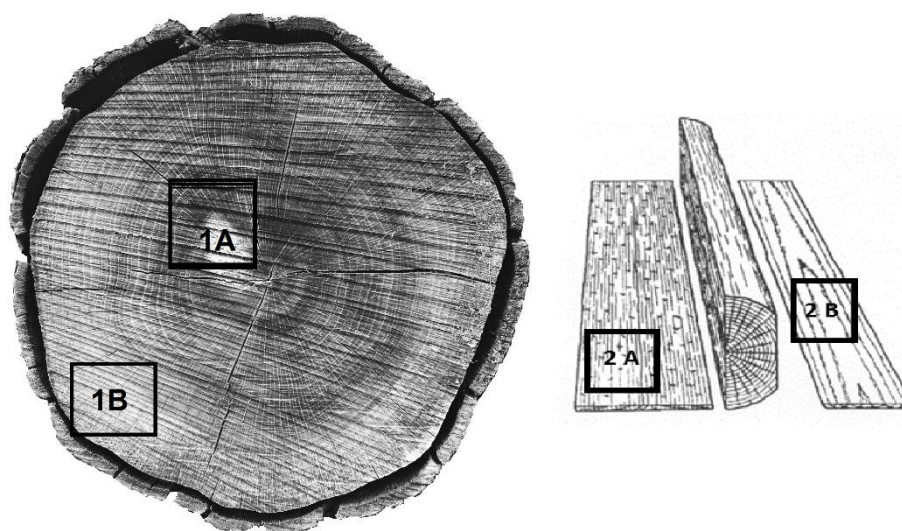
- **Próbki drewna**

W badaniach wykorzystano siedem gatunków drewna pozyskanych na terenie Polski. Wybór obejmował zarówno gatunki drzew liściastych jak i iglastych, których parametry przedstawiono w Tab. 1. Ze względu na to, że wilgotność drewna wpływa na jego parametry elektryczne, do badań wybrano próbki drewna o podobnej wilgotności. Pomiary wilgotności wykonano przy użyciu wilgotnościomierza Brookhuis Micro-Electronics FME.

Tabela 1. Gatunki drewna wykorzystane w badaniach

Gatunek	Nazwa botaniczna	Zakres wilgotności [%]
Czereśnia	<i>Prunus avium</i> L.	10,0 – 15,5
Brzoza	<i>Betula pendula</i> Roth	12,5 – 15,5
Dąb	<i>Quercus robur</i> L.	13,5 – 18,0
Jesion	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	14,0 – 16,0
Modrzew	<i>Larix decidua</i> Mill.	10,5 – 15,5
Sosna	<i>Pinus sylvestris</i> L.	9,5 – 15,0
Świerk	<i>Picea abies</i> L.	8,5 – 12,0

W przypadku każdego z gatunków drewna przygotowano cztery próbki pobrane z różnych pni. Z każdej z tych próbek wycięto cztery elementy w kształcie prostopadłościanów o wymiarach 60 mm szerokości x 60 mm długości x 15 mm wysokości w taki sposób, że pochodziły one z bieli i twardzieli oraz umożliwiały pomiar impedancji prostopadle i równoległe do kierunku słojów. Prostopadłościany te zostały oznaczone jako 1A, 1B, 2A i 2B w sposób zaprezentowany na Rys. 1.



Rys. 1. Sposób oznaczenia próbek drewna do pomiarów

Dla każdego elementu (1A, 1B, 2A i 2B) dokonano pomiaru impedancji zespolonej w temperaturze pokojowej i w zakresie częstotliwości od 1 kHz do 1 MHz. W tym celu wykorzystano analizator impedancji ATLAS 0441 HIA z płaskim układem miedzianych elektrod. Powierzchnie prostopadłościanów, które w czasie pomiarów przylegały do elektrod zostały wygładzone papierem ściernym. Impedancja jest parametrem charakteryzującym element w obwodzie prądu zmiennego. Jest wyrażana jako liczba zespolona:

$$Z = R + iX \quad (1)$$

gdzie: $R = \text{Re}(Z)$ – rezystancja [Ω],

$X = \text{Im}(Z)$ – reaktancja [Ω].

Następnie dla każdego elementu obliczono moduł impedancji zgodnie z zależnością:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (2)$$

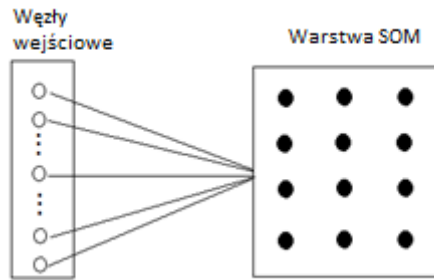
Po wykonaniu pomiarów, każda z czterech próbek reprezentujących dany gatunek drewna była opisana przez cztery parametry: $|Z|_{1A}$ – moduł impedancji mierzonej równolegle do kierunku słoików dla twardzieli, $|Z|_{1B}$ – moduł impedancji mierzonej równolegle do kierunku słoików dla bieli, $|Z|_{2A}$ – moduł impedancji mierzonej prostopadle do kierunku słoików dla twardzieli oraz $|Z|_{2B}$ – moduł impedancji mierzonej prostopadle do kierunku słoików dla bieli.

- Metody grupowania

W badaniach wykorzystano trzy różne metody grupowania opisane poniżej.

Sztuczna sieć neuronowa Kohonena

Sztuczne sieci neuronowe są chętnie wykorzystywanym narzędziem do rozwiązywania zadań klasyfikacji. Podstawowym elementem sieci neuronowych są sztuczne neurony, połączone w warstwową strukturę. Połączenia między neuronami mają przypisane wagi synaptyczne podlegające zmianom w czasie uczenia sieci i umożliwiające wzmacnianie lub osłabianie sygnałów docierających do neuronów z wejść sieci lub wyjść innych neuronów. Najpopularniejszym rodzajem sieci neuronowych wykorzystywanych w zadaniach grupowania są sieci neuronowe Kohonena (SNK). Są one rodzajem samoorganizujących się map typu konkurencyjnego a ich uczenie przebiega metodą nienadzorowaną. SNK adaptują się do wcześniej nieznanymi danych wejściowych, co do których nie ma wiedzy o ewentualnych podobieństwach między nimi. Dzięki wykorzystaniu SNK możliwa jest organizacja wielowymiarowej informacji w taki sposób, żeby można ją było prezentować i analizować w przestrzeni o znacznie mniejszej liczbie wymiarów, w szczególności na dwuwymiarowej mapie. Typowa SNK zbudowana jest z dwóch warstw, warstwy wejściowej i warstwy SOM, w której neurony działają na zasadzie konkurencji (Rys. 2).



Rys. 2. Typowa struktura sieci Kohonena

Węzły wejściowe sieci mają za zadanie wyłącznie przekazać sygnał wejściowy do warstwy SOM. Każdy neuron w warstwie SOM jest połączony ze wszystkimi węzłami wejściowymi ale brak jest połączeń pomiędzy neuronami w warstwie SOM. Na początku uczenia sieci wszystkie wagi neuronów w warstwie SOM przyjmują losowe wartości. Następnie obliczana jest odległość między wektorem wag każdego neuronu a wektorem sygnałów wejściowych. Miarą tej odległości może być odległość Euklidesowa obliczana zgodnie z zależnością:

$$d(x, w_i) = \|x - w_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^N (x_j - w_{ij})^2} \quad (3)$$

gdzie x jest wektorem sygnałów wejściowych, w_i jest wektorem wag i -tego neuronu w warstwie SOM, N jest liczbą sygnałów wejściowych.

Jeśli miarą odległości między wektorem wag i wektorem sygnałów wejściowych jest odległość Euklidesowa, wartości sygnałów wejściowych podlegają normalizacji. W SNK definiuje się sąsiedztwo między neuronami w oparciu o odległość między nimi w fizycznej strukturze warstwy SOM. Ten neuron z warstwy SOM, dla którego odległość między wektorem wag i wektorem sygnałów wejściowych jest najmniejsza (zwycięzca) podlega uczeniu w taki sposób aby tą odległość jeszcze zmniejszyć. Uczeniu podlegają także neurony sąsiedzi zwycięzcy, jednak w mniejszym stopniu. Proces uczenia kończy się po określonej liczbie epok. W efekcie uczenia, SNK potrafi zidentyfikować wewnętrzne prawidłowości w zbiorze danych wejściowych i dokonać ich podziału na homogeniczne grupy. Neurony w warstwie SOM uczą się rozpoznawać te grupy. Teorię dotyczącą budowy i działania sieci neuronowych Kohonena przedstawia wiele publikacji (Melssen i in. 2006, Ribeiro i in. 2014, Song i Hopke 1996).

Na potrzeby niniejszej pracy, grupowanie za pomocą sieci Kohonena zrealizowano z wykorzystaniem środowiska *Statistica* w wersji 10. Elementy wektora danych wejściowych zostały znormalizowane. Proces uczenia trwał 1000 epok, współczynnik uczenia zmieniał się od 0,1 do 0,02, zakres sąsiedztwa został ustalony jako 1 a wartości początkowe wag neuronów w warstwie SOM przyjęto jako losowe zgodnie z rozkładem Gaussa. Cały zbiór danych pomiarowych został podzielony na dwa podzbiory: uczący (80%) i testowy (20%).

Sieć neuronowa rezonansowa ART2

Geneza sieci rezonansowych ART wiąże się z teorią Adaptive Resonance Theory (ART) opracowaną przez G.A. Carpentera oraz S. Grossberga (1987). Sieci neuronowe ART projektowano z myślą o wyeliminowaniu poważnej wady występującej podczas uczenia sieci neuronowych bez nauczyciela polegającej na zapominaniu już nauczonych wzorców. W przypadku sieci ART, jeśli na jej wejściu pojawi się wzorzec, którego stopień podobieństwa do wzorców już rozpoznawanych jest zbyt mały, tworzony jest nowy wzorzec z puli „rezerwowych” jednostek wyjściowych. Dla sieci zdefiniowany jest tzw. próg czułości, który określa minimalną wielkość podobieństwa gwarantującą przypisanie nowego wzorca do już rozpoznawanej klasy. Sieć ART składa się z dwóch warstw. Zadaniem warstwy pierwszej (porównującej) jest porównywanie danych wejściowych z wzorcami przechowywanymi w pamięci w celu określenia podobieństwa. Warstwa druga, wyjściowa, ma za zadanie przypisać sygnał wejściowy do jednej z klas przechowywanych w pamięci. Obie warstwy oddziałują na siebie w celu wypracowania ostatecznej decyzji o przypisaniu wzorca wejściowego do już rozpoznawanej klasy lub wygenerowaniu nowej klasy. Charakterystyczne dla sieci ART jest istnienie dwóch rodzajów połączeń między warstwami: od warstwy wejściowej do wyjściowej oraz odwrotnie. Każdy rodzaj połączeń posiada inne wartości wag synaptycznych. Wyróżnia się trzy podstawowe typy sieci ART - ART1 dla danych binarnych, ART2 – dla danych ciągłych oraz jej rozwinięcie: sieć ART3. W niniejszej pracy wykorzystano sieć neuronową ART2, a badania symulacyjne wykonano z użyciem biblioteki ‘RSNNS’ dla środowiska R (Bergmeir i Benítez 2012).

Grupowanie rozmyte

Grupowanie rozmyte pozwala na określenie częściowego stopnia przynależności poszczególnych elementów do różnych grup oraz na oznaczenie elementów leżących na pograniczu grup. Dla każdego elementu w zbiorze podlegającym grupowaniu określa się wartość stopnia przynależności do każdej z grup reprezentowaną przez współczynnik

przynależności (membership coefficient), który przyjmuje wartości z zakresu od 0 do 1. Dlatego grupowanie rozmyte generuje dużo pełniejszą informację o strukturze danych niż grupowanie ostre. Jednakże, może to też prowadzić do problemów w prawidłowej interpretacji uzyskanych wyników. W czasie działania algorytmu minimalizacji podlega następująca funkcja:

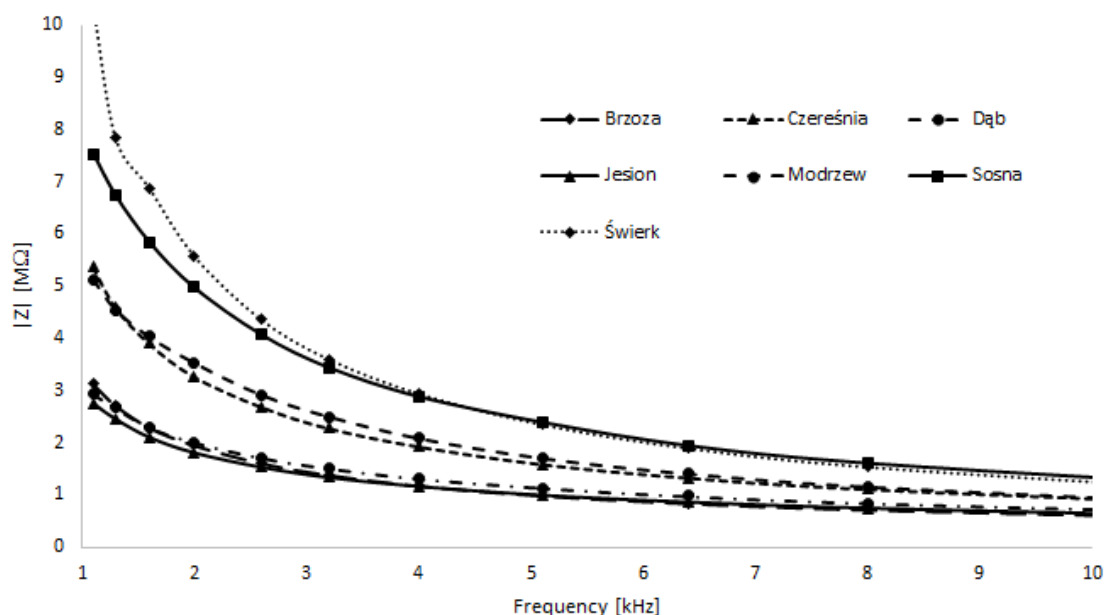
$$\sum_{v=1}^k \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n u_{iv}^r u_{jv}^r d(i, j)}{2 \sum_{j=1}^n u_{jv}^r} \quad (4)$$

gdzie n jest liczbą elementów podlegających grupowaniu, k jest liczbą grup, r jest współczynnikiem przynależności a $d(i, j)$ jest odległością między elementami i oraz j .

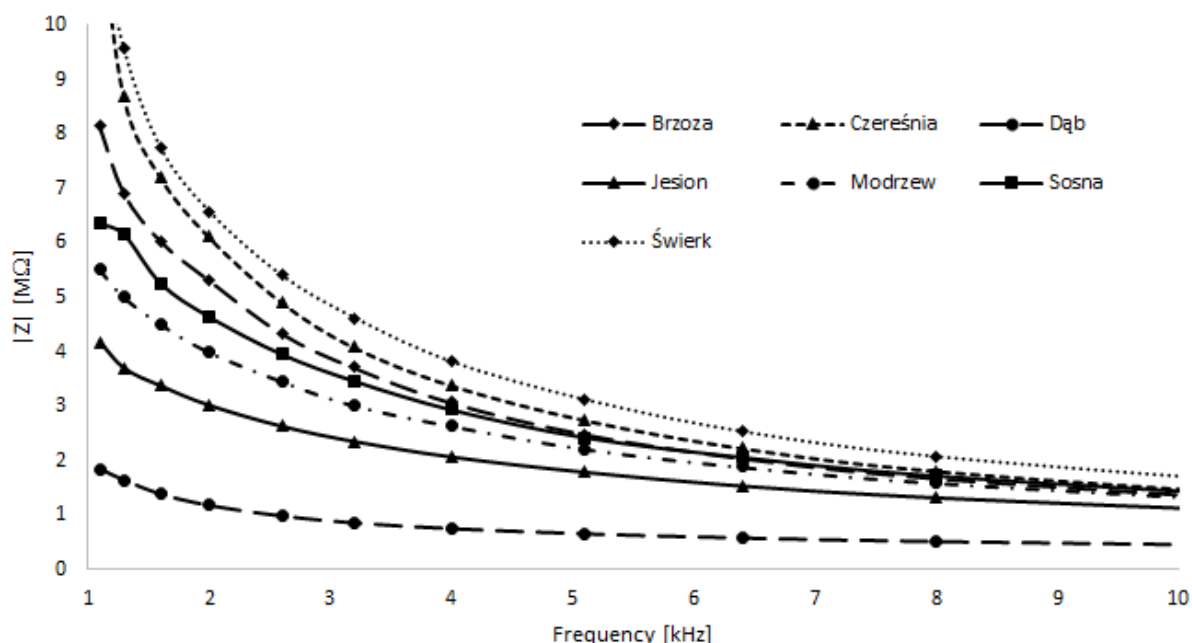
Zastosowany w niniejszej pracy algorytm jest szczegółowo opisany w pracy Kaufmana i Rousseeuwa (1990). Badania symulacyjne zostały wykonane z użyciem pakietu ‘cluster’ dla środowiska R (Maechler i in. 2016).

3. Wyniki i dyskusja

Impedancja zespolona dla wszystkich próbek była mierzona w zakresie od 1 kHz to 1 MHz. Na Rys. 3 i 4 przedstawiono zależność modułu impedancji od częstotliwości dla wszystkich badanych gatunków drewna (dla próbek 1B i 2A).



Rys. 3. Zależność modułu impedancji od częstotliwości dla próbek 1B



Rys. 4. Zależność modułu impedancji od częstotliwości dla próbek 2A

Dla zwiększenia czytelności wykresów, zakres częstotliwości został ograniczony do 10 kHz. Dla większych częstotliwości wartości modułu impedancji nie ulegają zmianie w sposób znaczący z punktu widzenia niniejszych badań. Z danych przedstawionych na Rys. 3-4 wynika, że największe różnice wartości modułu impedancji dla różnych gatunków drewna występują dla niższych częstotliwości, nie przekraczających 4 kHz. Z tego powodu, do dalszej analizy wykorzystano wartości modułu impedancji mierzonej dla 1,6 kHz.

Wilgotność drewna jest czynnikiem, który znacząco wpływa na parametry elektryczne drewna. Dlatego przed przystąpieniem do dalszych analiz, policzone zostały współczynniki korelacji liniowej Pearsona między wilgotnością drewna a modulem impedancji mierzonej dla każdego rodzaju próbek. Wyniki zostały przedstawione w Tab. 2.

Tabela 2. Wartości współczynników korelacji liniowej Pearsona między wilgotnością drewna a wartościami modułu impedancji ($p < 0,05$)

	$ Z _{1A}$	$ Z _{1B}$	$ Z _{2A}$	$ Z _{2B}$
Wilgotność drewna	-0,53	-0,43	-0,63	-0,54

Wyniki przedstawione w Tab. 2 wskazują na to, że wilgotność drewna nie jest parametrem, który determinuje wartość modułu impedancji. Oznacza to, że również inne parametry fizykochemiczne, związane z gatunkiem drewna, wpływają w sposób znaczący na wartość modułu impedancji.

Grupowanie próbek drewna wykonano za pomocą trzech różnych metod należących do technik sztucznej inteligencji. Jest to spowodowane tym, że różne metody grupowania

mogą generować różniące się od siebie wyniki. W procesie grupowania wykorzystano 28 próbek drewna, po cztery próbki reprezentujące każdy gatunek. Próbki oznaczono w następujący sposób: nazwa gatunku połączona z numerem próbki np. sosna1, sosna2, sosna3 i sosna4.

Sieć neuronowa Kohonena

Metoda ta generuje wyniki grupowania w formie dwuwymiarowej mapy. Im bliżej siebie na mapie zlokalizowane są grupy, tym bardziej podobne są do siebie przypisane do nich elementy. W Tab. 3 przedstawione są wyniki grupowania wygenerowane przez sieć neuronową Kohonena o wymiarach 3x3.

Tabela 3. Wyniki grupowania za pomocą sieci neuronowej Kohonena

	1	2	3
1	dąb1 dąb2 dąb3 dąb4 brzoza2 brzoza3 brzoza4	brzoza1 czereśnia2 czereśnia3 czereśnia4	świerk1 świerk2 świerk3 świerk4
2	jesion1 jesion2 jesion3 jesion4	sosna2	czereśnia1
3	sosna1 sosna3 sosna4		modrzew1 modrzew2 modrzew3 modrzew4

Próbki jesionu, świerka oraz modrzewia zostały przypisane do grup zgodnie z gatunkiem drewna. Trzy próbki sosny zostały przypisane do grupy (1,3) a jedna próbka do grupy (2,2). Jednak bliskość tych grup na mapie świadczy o podobieństwie tych próbek. Podobnie w przypadku czereśni, trzy próbki zostały przypisane do grupy (2,1) a jedna próbka do bliskiej na mapie grupy (3,2). Również próbki brzozy zostały podzielone w taki sposób, że trzy próbki sieć zakwalifikowała do grupy (1,1) a próbkę brzoza1 do sąsiadującej z nią grupy (2,1). Dodatkowo próbki dębu oraz trzy próbki brzozy zostały zakwalifikowane do tej samej grupy.

Sieć rezonansowa ART2

Wyniki grupowania wygenerowane przez sieć rezonansową ART2 są przedstawione w Tab. 4. Sieć została skonfigurowana w taki sposób aby mogła zidentyfikować w zbiorze grupowanych elementów maksymalnie 8 grup.

Tabela 4. Wyniki grupowania za pomocą sieci ART2

Grupa							
1	2	3	4	5	6	7	8
brzoza1 brzoza 3 brzoza 4 czereśnia 1	brzoza 2 świerk 1 świerk 3 świerk 4	czereśnia 2 czereśnia 3 czereśnia 4	sosna 1 sosna 2 sosna 3 sosna 4 modrzew 1 dąb 1 dąb 2 dąb 3 dąb 4	modrzew 2 modrzew 3 modrzew 4	jesion 1 jesion 2 jesion 3 jesion 4	świerk 2	

Wyniki uzyskane za pomocą sieci rezonansowej są dość podobne do tych uzyskanych za pomocą sieci neuronowej Kohonena. W tym przypadku tylko próbki jesionu stanowią odrębną grupę reprezentującą ten gatunek. Próbkę czterech gatunków: brzozy, świerka, czereśni i modrzewia zostały przypisane do grup w taki sposób, że trzy próbki sieć zakwalifikowała do jednej grupy a jedną próbkę do innej grupy. Wszystkie próbki sosny i dębu zostały przypisane do tej samej grupy.

Grupowanie rozmyte

Ta metoda grupowania dostarcza najwięcej informacji o zbiorze grupowanych obiektów. Zakwalifikowanie obiektu do danej grupy następuje na podstawie wartości prawdopodobieństwa, z jakim obiekt przynależy do tej grupy. Metoda generuje wartość prawdopodobieństwa przypisania danego obiektu do wszystkich potencjalnych grup. Na potrzeby niniejszej pracy algorytm został skonfigurowany w taki sposób, że obiekty były kwalifikowane maksymalnie do 8 grup. W Tab. 5 przedstawiono wyniki uzyskane za pomocą grupowania rozmytego.

Tabela 5. Wyniki uzyskane za pomocą grupowania rozmytego

Próbka	Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8
brzoza1	1	0,30	0,14	0,13	0,08	0,11	0,04	0,10	0,10
brzoza2	1	0,82	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
brzoza3	2	0,16	0,34	0,06	0,05	0,06	0,03	0,07	0,24
brzoza4	1	0,80	0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04
czereśnia1	3	0,12	0,10	0,18	0,14	0,14	0,13	0,11	0,08
czereśnia2	3	0,12	0,11	0,39	0,08	0,09	0,05	0,08	0,08
czereśnia3	3	0,03	0,03	0,81	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
czereśnia4	3	0,09	0,07	0,51	0,08	0,09	0,05	0,07	0,06
sosna1	4	0,01	0,01	0,01	0,90	0,04	0,01	0,02	0,01
sosna2	5	0,10	0,09	0,09	0,14	0,31	0,04	0,16	0,07
sosna3	5	0,06	0,06	0,06	0,20	0,42	0,03	0,11	0,06
sosna4	5	0,03	0,03	0,03	0,14	0,67	0,02	0,06	0,03
świerk1	6	0,08	0,07	0,09	0,10	0,10	0,39	0,10	0,07
świerk2	6	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,62	0,06	0,04
świerk3	6	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,59	0,07	0,04
świerk4	6	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,80	0,03	0,02
modrzew1	7	0,09	0,09	0,07	0,11	0,20	0,04	0,32	0,07
modrzew2	7	0,09	0,08	0,06	0,08	0,11	0,04	0,48	0,07
modrzew3	7	0,08	0,08	0,07	0,12	0,16	0,06	0,35	0,08
modrzew4	7	0,03	0,03	0,02	0,04	0,06	0,02	0,79	0,03
jesion1	2	0,16	0,37	0,07	0,06	0,08	0,03	0,08	0,15
jesion2	2	0,09	0,68	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,09
jesion3	2	0,07	0,75	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,07
jesion4	2	0,07	0,74	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,07
dąb1	8	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,85
dąb2	8	0,11	0,21	0,04	0,04	0,05	0,02	0,05	0,48
dąb3	8	0,06	0,09	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04	0,71
dąb4	8	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,85

Metoda grupowania rozmytego podzieliła próbki drewna generalnie zgodnie z gatunkiem. Homogeniczne grupy tworzą próbki czereśni, świerku, modrzewia, jesionu i dębu. Jedynie próbki brzozy i sosny zostały przydzielone do grup w taki sposób, że trzy próbki danego gatunku tworzą oddzielną grupę a jedna próbka została zakwalifikowana do innej grupy. Analizując współczynniki prawdopodobieństwa, można stwierdzić, że w przypadku grupy z największą wartością prawdopodobieństwa osiąga ono stosunkowo duże wartości: 0,30 – 0,82 dla brzozy, 0,18 – 0,81 dla czereśni, 0,31 – 0,90 dla sosny, 0,39 – 0,80 dla świerka, 0,32 – 0,79 dla modrzewia, 0,37 – 0,75 dla jesionu i 0,48 – 0,85 dla dębu.

4. Wnioski

Wyniki uzyskane za pomocą wykorzystanych w pracy metod grupowania są generalnie zbieżne. Próbkę drewna zostały zakwalifikowane do poszczególnych grup zgodnie z gatunkiem drewna, z pojedynczymi wyjątkami. Tylko próbki jesionu stanowiły homogeniczną grupę reprezentującą gatunek w wyniku grupowania każdą z wybranych metod. Najwięcej grup reprezentujących odrębne gatunki zidentyfikował algorytm grupowania rozmytego. Jednak analiza wartości prawdopodobieństwa wskazuje, że w niektórych przypadkach różnica w wartości tego współczynnika dla poszczególnych grup nie jest zbyt duża, np. próbka czereśnia¹. Uzyskane wyniki pozwalają sądzić, że moduł impedancji jest parametrem potencjalnie użytecznym w różnicowaniu gatunków drewna. Można rozważyć również poszerzenie opisu próbek o inne parametry elektryczne, np. część rzeczywistą lub urojoną impedancji, co mogłoby spowodować lepsze różnicowanie zgodnie z gatunkiem.

Literatura

Andres-Agustin J., Gonzalez-Andres F., Nieto-Angel R., Barrientos-Priego A.F., 2006. Morphometry of the organs of cherimoya (*Anona cherimola* Mill.) and analysis of fruit parameters for the characterization of cultivars, and Mexican germplasm selections. *Scientia Horticulturae* 107: 337-346.

Arciola C.R., Campoccia D., Baldassarri L., Pirini V., Huebnere J., Montanaro L., 2007. The role of *Enterococcus faecalis* in orthopaedic peri-implant infections demonstrated by automated ribotyping and cluster analysis. *Biomaterials* 28: 3987-3995.

Avramidis S., Iliadis L., Mansfield S.D., 2006. Wood dielectric loss factor prediction with artificial neural networks. *Wood Science and Technology* 40: 563-574.

Bergmeir C., Benítez J.M., 2012. Neural Networks in R Using the Stuttgart Neural Network Simulator: RSNNS. *Journal of Statistical Software* 46: 1-26.

Bieker D., Kehr R., Weber G., Rust S., 2010. Non-destructive monitoring of early stages of white rot by *Trametes versicolor* in *Fraxinus excelsior*. *Annals of Forest Science* 67.

Brazee N.J., Marra R.E., Goecke L., Van Wassenae P., 2011. Non-destructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography. *Forestry* 84: 33-39.

Brischke C., Lampen S.C., 2014. Resistance based moisture content measurements on native, modified and preservative treated wood. *European Journal of Wood and Wood Products* 72: 289-292.

Brischke C., Sachse K.A., Welzbacher C.R., 2014. Modeling the influence of thermal modification on the electrical conductivity of wood. *Holzforschung* 68: 185-193.

Carpenter G.A., Grossberg S., 1987. A massively parallel architecture for a self organizing neural pattern recognition machine. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing* 37: 54-115.

Forrer J.B., Funck J.W., 1998. Dielectric properties of defects on wood surfaces. *Holz Als Roh-Und Werkstoff* 56: 25-29.

Forse'n H., Tarvainen V., 2000. Accuracy and functionality of hand held wood moisture content meters VTT Publications 420, VTT Building Technology, Espoo

Fredriksson M., Wadso L., Johansson P., 2013. Small resistive wood moisture sensors: a method for moisture content determination in wood structures. *European Journal of Wood and Wood Products* 71: 515-524.

Husein I., Sadiyo S., Nugroho N., Wahyudi I., Agustina A., Komariah R.N., Khabibi J., Purba C.Y.C., Ali D., Iftor M., Kahar T.P., Wijayanto A., Jamilah M., 2014. Electrical properties of Indonesian hardwood. Case study: *Acacia Mangium*, *Swietenia Macrophylla* and *Maesopsis Eminii*. *Wood Research* 59: 695-703.

Inagaki T., Ahmed B., Hartley I.D., Tsuchikawa S., Reid M., 2014. Simultaneous prediction of density and moisture content of wood by terahertz time domain spectroscopy. *Journal of Infrared Millimeter and Terahertz Waves* 35: 949-961.

Jackson J.B., Mourou M., Labaune J., Whitaker J.F., Duling I.N., Williamson S.L., Lavier C., Menu M., Mourou G.A., 2009. Terahertz pulse imaging for tree-ring analysis: a preliminary study for dendrochronology applications. *Measurement Science & Technology* 20: 075502.

Kaufman L., Rousseeuw P.J., 1990. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley, New York.

Maechler M., Rousseeuw P., Struyf A., Hubert M., Hornik K., 2016. *Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions*. R package version 2.0.5.

Medina W., Skurtys O., Aguilera J.M., 2010. Study on image analysis application for identification Quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd) geographical provenance. *Lwt-Food Science and Technology* 43: 238-246.

Melssen W., Wehrens R., Buydens L., 2006. Supervised Kohonen networks for classification problems. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 83: 99-113.

Oyama Y., Zhen L., Tanabe T., Kagaya M., 2009. Sub-terahertz imaging of defects in building blocks. *Ndt & E International* 42: 28-33.

Rahman A.F., Gamon J.A., 2004. Detecting biophysical properties of a semi-arid grassland and distinguishing burned from unburned areas with hyperspectral reflectance. *Journal of Arid Environments* 58: 597-610.

Ribeiro F.A.L., Rosario F.F., Bezerra M.C.M., Wagner R.d.C.C., Bastos A.L.M., Melo V.L.A., Poppi R.J., 2014. Evaluation of chemical composition of waters associated with petroleum production using Kohonen neural networks. *Fuel* 117: 381-390.

Song X.H., Hopke P.K., 1996. Kohonen neural network as a pattern recognition method based on the weight interpretation. *Analytica Chimica Acta* 334: 57-66.

Tiitta M., Kainulainen P., Harju A.M., Venalainen M., Manninen A.M., Vuorinen M., Viitanen H., 2003. Comparing the effect of chemical and physical properties on complex electrical impedance of Scots pine wood. *Holzforschung* 57: 433-439.

Plantacyjna produkcja dendromasy do celów energetycznych – perspektywy i ograniczenia

Marcin Piszczek⁽¹⁾, Anna Kożuch⁽¹⁾

¹Zakład Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi,
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Marcin Piszczek: rlpiszcz@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie

Opracowanie ma charakter przeglądowy, dokonuje krytycznej syntezy stanu wiedzy na temat perspektyw i ograniczeń produkcji biomasy drzewnej do celów energetycznych w Polsce. Celem opracowania jest szczególnie analiza kosztów produkcji, przychodów i rentowności produkcji wierzby krzewiastej (*Salix* sp.) na potrzeby energetyki. Jakkolwiek zapotrzebowanie na drewno energetyczne wzrasta, czemu towarzyszy wzrost cen surowca, zwłaszcza zrębków energetycznych, jednak na skutek ekstensywności produkcji, stosowania mało wydajnych klonów, niskiego poziomu umaszynowania oraz niewielkiego areалу plantacji, produkcja nie zawsze jest opłacalna.

Słowa kluczowe: biomasa, plantacja, wierzba energetyczna, rachunek kosztów i strat.

Plant production of dendromas for energy purposes - prospects and constraints

Summary

The paper is a critical review of empirical knowledge regarding to perspectives and restrictions of wood biomass production for power purposes in Poland. The aim of the study is cost, revenues and profitability of willow (*Salix* sp.) production on plantations. The demand for energy wood rises, accompanying with chips wood price. However as a result of extensive plantation, few efficient willow clones applying, poor mechanization and small plots, production not always is profitable.

Keywords: biomass, plantation, willow, cost-benefits analysis

1. Wstęp

Dendromasa stanowi ważne źródło energii odnawialnej. Biomasa stanowi najważniejsze źródło energii odnawialnej tak w skali świata, jak i Europy. Jej udział w wytwarzaniu energii odnawialnej na świecie wynosi 62,5%, natomiast w Unii Europejskiej 46,0% (Eurostat 2011). W Polsce udział biomasy jako odnawialnego źródła energii wynosi aż 86,1% (GUS 2011). Dendromasa, szczególnie w Polsce, jest najważniejszym źródłem biomasy do celów energetycznych. Zdecydowana jej większość pochodzi z gospodarki leśnej, zaś niewielka część z plantacji zakładanych na gruntach rolnych. Możliwość zwiększania produkcji dendromasy energetycznej pochodzącej z gospodarstwa leśnego jest limitowana do ok. 10% pozyskiwanego surowca drzewnego, co w chwili obecnej stanowi ok. 3.8 mln m³ (GUS 2016). Ograniczenie to wynika ze struktury sortymentowej pozyskiwanego surowca drzewnego, ograniczeń o charakterze legislacyjnym oraz popytu na drewno generowanego przez przemysł przetwórstwa drewna i kształtowanych w ten sposób cen. Zatem, zaspokajanie rosnącego popytu na biomasę drzewną, może być z powodzeniem realizowane przez gospodarstwa rolne, które zdecydują się na jej produkcję.

Biomasa drzewna stanowi bardzo dobry materiał do uzyskania energii. Zawartość popiołów przy jej spalaniu wynosi nieco powyżej 1% dla drewna liściastego twardego, a dla drewna wierzbowego 1,3% - 1,9% masy, zależnie od tego, czy zbiory dokonywane są corocznie, czy co trzy lata. Opóźnienie terminu zbioru zmniejsza popielność dendromasy wierzbowej. Zawartość popiołu w węglu kamiennym może osiągać nawet 20%. Ponadto konkurencyjny jest także koszt wyprodukowania 1GJ energii, który wynosi przy spalaniu: węgla - 33 zł, oleju opałowego - 50 zł, gazu ziemnego - 34 zł, drewna wierzby energetycznej - 19 zł (www.ppr.pl. 2003). Z 1 ha plantacji można uzyskać ok. 50 -70 m³ masy drzewnej, co odpowiada ok. 10 - 15 tonom suchej masy. Wartość energetyczna 1 tony suchej masy wynosi 4,4 MWh, co z kolei odpowiada w przybliżeniu wartości kalorycznej 1 tony mialu węglowego lub 0,5 tony oleju opałowego.

Tworzenie biomasy drzewnej cechuje się ogromnym udziałem energii słonecznej w jej powstawaniu, w porównaniu z wkładem energetycznym wydatkowanym przez człowieka. Nakłady energetyczne w uprawie krzewów z rodzaju *Salix* szacuje się na 12 GJ/ha przy zbiorze corocznym i do 30 GJ/ha przy zbiorze co trzy lata. Efektywność energetyczna uprawy wierzbowej wyrażona stosunkiem wartości energetycznej plonu do poniesionych nakładów waha się od 22,49 do 41,99 odpowiednio przy zbiorze co roku i co trzy lata. Energochłonność produkcji zrębków wierzbowych w cyklu jednorocznym jest szacowana na 0,83 GJ/t suchej masy, w cyklu dwuletnim 0,57 GJ/t s. m. i 0,47 GJ/t s. m. w cyklu trzyletnim. Powyższe dane plasują zrębki wierzbowe jako doskonałe źródło energii odnawialnej (OZE).

2. Charakterystyka plantacji drzew krótko rosnących - SRC (Short Rotation Coppice)

Plantacje drzew krótko rosnących wyróżniają :

- okres wzrostu poniżej 8 lat (maksymalnie 10 lat),
- odnowienie z odrośli pozwalające na wiele zbiorów z jednego sadzenia karp,
- uprawa zwykle na gruncie rolnym,
- przeciętny roczny przyrost suchej masy – 8-12 t/ha/rok,
- na ogół produkuje się biomasę dla celów energetycznych, jakkolwiek możliwa jest także produkcja zrębków przemysłowych,
- korzyści środowiskowe polegające na akumulacji węgla, retencji wody i zwiększaniu bioróżnorodności.

W Polsce, ze względu na uwarunkowania klimatyczne najczęściej uprawiane są: wierzba (*Salix* sp.), topola (*Populus* sp.), robina akacyjowa (*Robinia pseudoacacia*), a w

ostatnich latach także paulownia (*Paulownia tomentosa*). Już w latach 70. XX wieku w ówczesnym Ministerstwie Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego opracowano program plantacyjnej uprawy topoli. W chwili obecnej, jednakże powierzchnia plantacji drzew krótko rosnących w Polsce jest stosunkowo niewielka i wynosi ok. 60 000 ha. W Europie największą powierzchnię plantacji drzew krótko rosnących posiada Francja – 1 967 000 ha. Znaczny areal plantacje zajmują także na Węgrzech - 835 000 ha, w Szwecji - 693 000 ha, i we Włoszech - 639 000 ha (GUS 2016). Plantacje wierzbowe zajmują w Polsce powierzchnię 9000 ha i jest ona jedną z największych w Europie. Większy areal plantacji wierzbowych posiada Szwecja – 12 000 ha (Arronson i in. 2014). Mniejsze powierzchnie są w: Danii - 5 697 ha, Niemczech - 4 000 ha i Austrii - 1 100 ha (AEBIDOM 2013). Do produkcji biomasy energetycznej najlepiej nadaje się drewno wierzbowe. Surowiec topolowy, jakkolwiek może być wykorzystywane do celów energetycznych, zwykle znajduje zastosowanie w przemyśle celulozowo-papierniczym ze względu na wysoką zawartość ligniny oraz do produkcji opakowań, z uwagi na niewielki ciężar właściwy.

Unia Europejska dąży do zwiększania arealu plantacji wytwarzających dendromasę. Wg prognoz ich powierzchnia może wrosnąć do ok. 14 mln ha w 2030 roku (EUwood Report 2010). Dąży się, by plantacje były zakładane na gorszej jakości glebach, słabo nadających się do produkcji rolniczej, przez co nie będą stanowiły konkurencji dla produkcji żywności i pasz, a jedynie alternatywę dla nisko lub nieopłacalnej produkcji rolniczej. Należy mieć na uwadze, że ok. 3% gruntów rolnych w gospodarstwach prywatnych i ponad 6% w sektorze publicznym było ugorowanych w latach 2010-2014 (GUS 2016). To podejście nie bierze jednak pod uwagę lokalnego popytu na biomasę drzewną, warunkującego jej opłacalność. Wg FAO plantacje na świecie zajmują 3,6% powierzchni leśnej Ziemi (Del Lungo i in., 2006), zatem ich udział w użytkowaniu ziemi w Polsce może jeszcze znacząco wzrosnąć.

W Polsce produkcja dendromasy do celów energetycznych znajduje się w początkowej fazie. Producenci wykorzystują nieuszlachetniony materiał sadzeniowy, nieprzystosowany do specyficznych warunków środowiska. Ochrona upraw i nawożenie są dalece niewystarczające. Podobnie, niskim poziomem technologicznym charakteryzują się procesy: sadzenia, zbioru, suszenia i uszlachetniania surowca (Stolarski i in., 2012).

Aby produkcja na plantacjach była opłacalna, muszą one spełniać następujące warunki:

- powinna być dedykowana konkretnemu odbiorcy, co pozwoli na oferowanie produktu o ściśle określonych cechach,

- winna być prowadzona w sąsiedztwie odbiorcy, co pozwoli na redukcję kosztów zakupu przez nabywcę,
- spełniać warunek jednorodności (homogeniczności) produktu, co umożliwi obniżenie kosztów produkcji, pozyskania, transportu i przetwarzania.

3. Czynniki kreujące popyt na biomasę drzewną

Istnieje wiele przyczyn, powodujących wzrost popytu na biomasę drzewną pochodzącą z plantacji. Pierwszą grupę stanowią czynniki związane z ograniczoną i niewystarczającą podażą dendromasy z gospodarstwa leśnego. Zjawisko to ma genezę w powiększanie areału lasów objętych ochroną ścisłą w Europie – z 4 mln ha w 1990 roku do planowanych 12,3 mln ha w 2050 roku (Nabuurs i in. 2000). W Polsce obecnie ponad 1% powierzchni leśnej jest objętej ścisłą ochroną. Ponadto ma miejsce niepełne wykorzystanie możliwości produkcyjnych lasów w związku z powiększaniem obszaru sieci „Natura 2000” i certyfikacją lasów. Powyższe obszary leśne objęte są ograniczonym pozyskaniem drewna. Ważnym czynnikiem redukującym rozmiar użytkowanego drewna jest konflikt pomiędzy funkcjami produkcyjnymi (pozyskanie drewna) i pozaprodukcyjnymi (społecznymi) lasu. Jest on widoczny w naciskach opinii publicznej w Polsce i Europie do obejmowania różnymi formami ochrony obszarów leśnych i związanym z nim ograniczeniem lub zaprzestaniem pozyskania drewna. Działania te mają służyć ochronie dziko żyjących gatunków roślin i zwierząt oraz funkcjom rekreacyjnym, wodochronnym i zdrowotnym.

Druga grupa czynników kreujących zmiany wielkości zapotrzebowania na dendromasę z plantacji ma charakter stricte popytowy. Jest ona związana z ciągłym wzrostem wielkości produkcji zarówno w energetyce, jak i przemyśle przetwórstwa drewna, które to branże nabywają biomasę drzewną. Szczególnie energetyka musząca respektować postanowienia Protokołu z Kioto, jest zmuszona do zastępowania paliw kopalnych odnawialnymi źródłami energii. W warunkach Polski, w chwili obecnej najtańsza i najbardziej dostępna jest biomasa, zwłaszcza dendomasa. Również, szczególnie zakłady produkujące płyty drewnopochodne zwiększają popyt na zrębki wytwarzane z wierzby oraz na drewno topolowe. Także gospodarstwa domowe zwiększają popyt na biomasę drzewną z plantacji, wykorzystując ją do celów energetycznych w postaci zrębków, brykietów lub pelletu.

4. Koszty zakładania, prowadzenia i likwidacji plantacji

Autorzy przeprowadzonych badań (Stolarski i in. 2008, Stolarski i in. 2012, Kwaśniewski 2008, Kwaśniewski 2011) są zgodni, że koszty związane z plantacyjną produkcją dendromasy można podzielić na: związane z zakładaniem uprawy, jej pielęgnacją i nawożeniem, pozyskaniem biomasy oraz likwidacją plantacji. W pierwszej grupie kosztów, związanych z zakładaniem plantacji występują dwa źródła najistotniej wpływające na ich poziom. Dane zebrane dla plantacji wierzby energetycznej wskazują na: koszt zakupu sadzonek oraz ich mikoryzacji. Pierwszy jest kształtowany przez ich jakość – sadzonki licencjonowanych odmian, dających wysokie plony są droższe. Duże znaczenie ma także gęstość sadzenia. Jej zwiększanie także wpływa dodatnio na wzrost kosztów zakupu sadzonek. Gęstość sadzenia na ogół zawiera się pomiędzy 20 000- 40 000 zrzesów na ha. W przypadku topoli gęstość sadzenia wynosi 1 600 – 20 000 zrzesów na ha. W zależności od wymienionych uwarunkowań, koszty zakupu sadzonek stanowią od 15-75% całkowitego kosztu założenia i utrzymania plantacji. Mikoryzacja sadzonek poprawia ich jakość, a co się z tym wiąże plonowanie plantacji. Jej stosowanie może stanowić do ok. 45% kosztu założenia i utrzymania plantacji (Stolarski i in. 2012). Mniejsze znaczenie mają dla kosztów zakładania plantacji sposoby przygotowania gleby, stanowiące od 2-5% kosztów całkowitych. W cytowanych badaniach koszt założenia plantacji wyniósł od 4900 zł/ha, w wariantcie bez stosowania ligniny i mikoryzacji, przez 5900 zł/ha, gdy stosowano ligninę jako nawóz. Wykonanie mikoryzacji sadzonek podniosło koszt założenia uprawy do 8900 zł/ha, a w wariantcie z mikoryzacją sadzonek oraz zastosowaniem ligniny koszt założenia plantacji wierzbowej osiągnął 9900 zł/ha (Stolarski i in., 2012). Większość autorów podaje koszt założenia uprawy na poziomie ok. 5100-5400 zł/ha. Powyższe koszty należy jednak uznać za minimalne bez stosowania nawożenia i mikoryzacji.

Kolejną, znaczącą pozycją kosztów jest likwidacja plantacji, której udział w kosztach całkowitych zawiera się pomiędzy 11-22%. Tak znaczna rozbieżność jest spowodowana stosowaniem jako nawozu ligniny, której zakup i zastosowanie stanowi 10-17% kosztów założenia i utrzymania uprawy i powoduje redukcję o połowę kosztów likwidacji plantacji (Stolarski i in., 2012). Koszty likwidacji plantacji zależą od technologii i wynoszą ok. 2 tys. zł/ha (Stolarski i in., 2008). Najczęściej stosowana, polega na oprysku pędów herbicydem totalnym, co jest wykonywane wiosną, po ostatnim zbiorze, po czym następuje ręczne ich usunięcie przy powierzchni gleby. Następnie, pozostałe w glebie karpy i korzenie rozdrabnia się przy pomocy brony talerzowej. W polskich badaniach koszt pracy stanowił aż 70% całkowitych kosztów usunięcia plantacji. Należy przypuszczać, że zastosowanie maszyn do

usuwania opryskanych i martwych pędów obniży sumaryczny koszt, na co wskazują dane pochodzące ze Szwecji (Larsson, 2006).

Obok tradycyjnych upraw SRC stosowane są także plantacje wierzbowe prowadzone w systemie Eko-Salix. System ten polega na sadzeniu żywokołów, czyli sadzonek o długości 2,4-2,6 m. Są one zakładane na terenach nieprzydatnych pod uprawy rolnicze, odłogowanych, okresowo zalewanych lub podmokłych. Nie stosuje się w tym systemie orki, przygotowanie gleby i pielęgnacja uprawy są uproszczone, co obniża znacząco koszty założenia plantacji. Gęstość nasadzenia wynosi od 2000-7000 roślin na ha. Zbiór jest dokonywany co 5-6 lat. W podobny sposób mogą być także zakładane plantacje topolowe.

Według Kwaśniewskiego (2011) koszty materiałowe zakładania plantacji wierzbowej stanowią niemal 42%, natomiast koszty pracy 28%. Wg różnych autorów koszt założenia plantacji wierzbowej wynosi od 5-10 tys. zł/ha, co w przeliczeniu na jeden rok użytkowania plantacji daje od 250-500 zł/ha. Koszty założenia plantacji topoli i robinii są wyższe, przekraczają 12 tys. zł/ha, co w przeliczeniu na rok użytkowania plantacji stanowi ponad 600 zł/ha.

Koszt pielęgnacji i utrzymania plantacji wierzby energetycznej zależy od stopnia intensywności jej prowadzenia. W Polsce na ogół plantacje prowadzone są ekstensywnie i koszty nawożenia oraz ochrony stanowią od 4-12%, średnio ok. 6% kosztów całkowitych (Kwaśniewski, 2011). Koszty jednostkowe pozyskania biomasy zależą od stopnia umaszynowania procesu technologicznego i maleją wraz z zastosowaniem maszyn. Należy także podkreślić, że wzrost powierzchni plantacji pozwala, dzięki efektowi ekonomii skali, na obniżenie kosztów jednostkowych, a co za tym idzie także kosztów całkowitych. Ma to miejsce szczególnie dzięki możliwości substytucji pracy ręcznej, pracą uprzedmiotowioną.

5. Przychody i wynik finansowy

Na wysokość przychodów najważniejszy wpływ ma wielkość zbioru. Ta, z kolei zależy od jakości zastosowanego materiału sadzeniowego, a szczególnie produktywności wykorzystanych do sadzenia klonów. W polskich warunkach najlepsze wyniki, jak wynika z prowadzonych badań, daje odmiana Tur, wyhodowana w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim, która dawała plon suchej masy sięgający 25 t/ha, użytkowana w cyklu dwuletnim. Przeciętne plonowanie wartościowych klonów jest jednak niższe i nie przekracza 19 t/ha suchej masy (Stolarski i in., 2011). Plonowanie uprawy jest także zależne od warunków glebowych, nawożenia, gęstości sadzenia i intensywności zabiegów agrotechnicznych. Wydajność suchej masy z plantacji topolowych może osiągać wartości

zbliżone do uzyskiwanych na plantacjach wierzby energetycznej i wynosić 8-12 t/ha/rok (Zajączkowski i Wojda, 2012). W badaniach prowadzonych przez UWM z plantacji topolowej uzyskano 8,21 t/ha/rok, natomiast z wierzbowej 8,34 t/ha/rok. Natomiast wydajność jednostkowa robinii akacjowej była 3,8 razy niższa niż plantacji wierzbowej i wyniosła 2,87 t/ha/rok (Stolarski i in., 2014). Bardzo istotny wpływ na wielkość plonowania ma częstotliwość zbioru. U większości badanych odmian wierzby najwyższy plon uzyskiwano przy zbiorze co trzy lata, a najniższy przy zbiorze corocznym. Czynnikiem kształtującym wysokość przychodów, obok wielkości plonu jest cena skupu wytworzonego produktu. W roku 2015 cena najczęściej oferowanego produktu plantacji wierzby energetycznej - 1 tony zrębów mokrych (50% wilgotności), płacona przez elektrownie, wynosiła od 220-330 zł. Cena ta jeszcze w 2008 roku wynosiła zaledwie 60 zł/t i systematycznie wzrastała (<http://www.wierzbaenergetyczna.info>). Zmienność cen wynika z odległości pomiędzy miejscem produkcji i miejscem przetworzenia, jakości produktu i popytu na rynku lokalnym. Należy podkreślić, że transport zrębków jest opłacalny na niewielkie odległości. Za graniczną przyjmuje się 50 km.

W analizie wyniku finansowego obok przychodów ze sprzedaży zrębów oraz kosztów produkcji należy uwzględnić potencjalnie możliwe do uzyskania dopłaty. Należą do nich dopłata obszarowa i dopłata za zazielenienie wypłacane przez ARMIR, które w 2015 roku wynosiły 890,07 zł/ha (przy kursie Euro 4,2448 zł). Aby zwiększyć zainteresowanie rolników projektuje się wprowadzenie dodatkowych dopłat, mających zachęcić do zalesiania lub tworzenia terenów zalesionych. Wg projektu PROW 2014-2020 takie dopłaty mogłyby wynosić: jednorazowe wsparcie na zalesienie od 4984 - 7152 zł/ha, w zależności od gatunków drzew, orografii terenu, zabezpieczenia przed zwierzyną oraz zastosowanych sadzonek. Wartość tej dopłaty jest wyższa dla gatunków iglastych, niż liściastych. Wzrasta także wraz z nachyleniem terenu. Wyżej premiowane są droższe sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym i mikoryzowane oraz powierzchnie zabezpieczone przed zwierzyną. Premia pielęgnacyjna, wypłacana maksymalnie przez 5 lat była by zależna od nachylenia terenu, zagrożenia erozyjnego, wykorzystania sukcesji naturalnej oraz zabezpieczenia repelentami. Dodatkowo możliwe miało by być uzyskanie premii zalesieniowej (maksymalnie przez 12 lat) w wysokości 1215 zł/ha (www.armir.gov.pl).

Na podstawie ustawy z dnia 26 stycznia 2007 roku o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego (Dz. U. Nr 35, poz. 217 i Nr 99, poz. 666 oraz z 2008 r. Nr 44, poz. 262), która nawiązuje do rozporządzenia Komisji Europejskiej (WE) nr 1973/2004 z 29

października 2004 r. ustanawiającego szczegółowe zasady zastosowania rozporządzenia Rady Europy (WE) nr 1782/2003 w sprawie systemów wsparcia przewidzianych w tytułach IV i IVa tego rozporządzenia oraz wykorzystania gruntów zarezerwowanych do produkcji surowców (Dz. Urz. UE L 345 z 20.11.2004, str. 1, z późn. zm.) rolnik może otrzymać dopłatę do uprawy roślin energetycznych w wysokości 45 €/ha/ rok. Otrzymanie płatności z tego tytułu wiąże się min. z: zadeklarowaną powierzchnią upraw roślin energetycznych wynoszącą, co najmniej 0,3 ha, rolnik musi posiadać nadany numer identyfikacyjny w trybie przepisów o krajowym systemie ewidencji producentów, ewidencji gospodarstw rolnych oraz ewidencji wniosków o przyznanie płatności, uprawą roślin energetycznych przeznaczonych do przetworzenia na produkty energetyczne i zawarciem umowy na dostawę surowców energetycznych z zatwierdzonymi podmiotami skupującymi lub pierwszymi jednostkami przetwórczymi albo wykorzystuje/przetwarza uprawiane rośliny energetyczne we własnym gospodarstwie na cele energetyczne. Wymagania spełniają także rolnicy uprawiający wieloletnie rośliny energetyczne przeznaczone do przetworzenia na produkty energetyczne i jeśli w roku, w którym składany jest wniosek o przyznanie płatności do upraw roślin energetycznych nie dokonują zbioru tych roślin, muszą dołączyć oświadczenie o uprawie wieloletnich roślin energetycznych przeznaczonych do przetworzenia na produkty energetyczne. Maksymalna sumaryczna powierzchnia gruntów rolnych na terenie Wspólnoty Europejskiej, do których przysługują płatności do roślin energetycznych wynosi 2 000 000 ha.

Wg różnych badań rentowność plantacji wierzbowych wynosi w Polsce od ok. 1200-1800 zł/ha/rok (nawet 2100 zł/ha/rok) w zależności od odmiany, cyklu zbioru, mechanizacji produkcji, wielkości oraz lokalizacji względem nabywcy. Jednak Kwaśniewski (2011) stwierdził w badaniach prowadzonych w 2009 roku, że tylko dwie z dziesięciu analizowanych plantacji były rentowne. Jako przyczyny braku opłacalności produkcji wskazywał niskie umaszynowanie prac, wysokie koszty pracy oraz ekstensywny charakter produkcji. Niewątpliwie na niską rentowność wpływa także mała, na ogół powierzchnia plantacji, wpływająca na generowanie wysokich kosztów jednostkowych.

6. Podsumowanie

W wielu publikacjach podnosi się wysoką atrakcyjność ekonomiczną uprawy wierzby energetycznej. Jednak część badań podaje rentowność plantacji wierzbowych w warunkach Polski pod wątpliwość. W prowadzonych doświadczeniach, szczególnie realizowanych przez pracowników Katedry Hodowli Roślin i Nasiennictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, wyniki wskazują na opłacalność plantacji wierzby energetycznej.

Należy jednak wziąć pod uwagę, że analizowano dobre jakościowo klony, sadzonki były mikoryzowane, a plantacje nawożone, zaś zbiór był zmechanizowany. Były one ponadto zakładane na glebach dobrej jakości, podczas gdy w praktyce, poza doświadczeniami, pod plantacje przeznaczają się gleby najslabszej jakości i zdegradowane. Przekładało się to na wysoką produktywność z jednostki powierzchni, przy stosunkowo niskich kosztach jednostkowych. W badaniach prowadzonych w Małopolsce, na małych, ekstensywnie prowadzonych plantacjach, przy niskim poziomie mechanizacji prac opłacalność produkcji była niska lub nie występowała w ogóle. Niewiele gospodarstw korzysta także ze wszystkich potencjalnie dostępnych dopłat.

Aby zapewnić rentowność produkcji na plantacjach wierzby energetycznej w Polsce należy: lokalizować je w pobliżu dużych nabywców (szczególnie elektrowni), zakładać je na dużych, przekraczających 50 ha powierzchniach, co pozwoli uczynić opłacalną mechanizację procesów technologicznych i obniżyć koszty jednostkowe. Ponadto produkcję należy intensyfikować poprzez: wprowadzanie wysoko wydajnych klonów wierzby, mikoryzację, właściwą gęstość sadzenia, nawożenie i użytkowanie w trzyletniej rotacji.

Literatura

- AEBIDOM 2013. European bioenergy Outlook. Statistical Report. Brussels, pp. 127.
- Arronson P., Rosenqvist H., Dimitrou I. 2014. Impact of nitrogen fertilization to short-rotation willow coppice plantation grown in Sweden on field and economy. Bioenergy Res DOI 10.1007/s12155-014-9435-7.
- Del Lungo A., Ball J., Carle J. 2006. Global plantations forest thematic study. Results and analysis.
- Eurostat 2011. Energy, transport and environment indicators. Pocketbooks.
- EU Wood Report 2010. Real potential for changes in growth and use EU forests.
- FAO Forestry Department. Planted Forest and Trees Working Papers FP-38
- GUS. 2011. Energia ze źródeł odnawialnych w 2010 roku Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
- GUS. 2016. Leśnictwo. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
- Kwaśniewski D. 2008. Produkcja biomasy a koszty surowcowo-materiałowe na jednorocznych plantacjach wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza. 10(108), 153-158.
- Kwaśniewski D. 2011. Koszty i opłacalność produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej. Inżynieria Rolnicza. 1(126), 145-154.
- Larsson S. 2006. Od A do Z o wierzbie energetycznej. Czysta Energia. Nr 1: 18-19

Nabuurs G-J., Päivinen R., Pussinen A., Schelhaas M-J., Schuck A. 2000. European Forests in 2050. What will they like? *EFI News*. 8, 2:10-11

Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J., 2008. Koszty likwidacji plantacji wierzb krzewiastej. *Roczn. Nauk Roln. Ser. G. T. 94. Z.1*: 172-177.

Stolarski M. J., Szczukowski S., Tworkowski J., Wróblewska H., Krzyżaniak M. 2011. Short rotation willow coppice biomass as an industrial and energy feedstock. *Ind Crops Prod* 33: 217-223 Koszty założenia polowych plantacji szybko rosnących roślin drzewiastych.

Stolarski M. J., Szczukowski S., Tworkowski J., Krzyżaniak M. 2012. Koszty założenia polowych plantacji szybko rosnących roślin drzewiastych. *Roczn. Nauk Roln. Ser. G. T. 99. Z. 1*: 129-140.

Stolarski M. J., Krzyżaniak M., Tworkowski J., Szczukowski S., Gołaszewski J. 2014. Energy intensity and energy ratio in producing willow chips as feedstock for an integrated biorefinery. *Biosystems Engineering* 123: 19-28

Zajączkowski K., Wojda T. 2012. Plantacje topolowe w przyrodniczych warunkach Polski. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie. Z.33(4)*:136-142.

http://www.armir.gov.pl/fileadmin/pliki/PB2014-2020/A/Stawki_wielkosci_wsparcia_w_ramach_dzialania.pdf (dostęp 2017.03.27).

http://www.ppr.pl/rolnictwo-ekologiczne/uprawa_wierzby_energetycznej-ile_to_kosztuje (dostęp 2017.03.27).

<http://www.wierzbaenergetyczna.info> (dostęp 2017.03.27).

Nowe, multimedialne narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji w integrowanej ochronie roślin.

Anna Tratwa⁽¹⁾, Marcin Baran⁽¹⁾

¹Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Streszczenie

W ramach wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, na terenie kraju, obowiązuje przestrzeganie zasad integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników. Wiąże się to z przedsięwzięciem właściwych środków mających na celu zahamowanie rozwoju populacji organizmów szkodliwych oraz utrzymanie stosowania środków ochrony roślin i innych form interwencji na ekonomicznie i ekologicznie uzasadnionym poziomie, zmniejszając lub minimalizując zagrożenia dla zdrowia ludzi oraz środowiska. Krajowy plan działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin zakłada upowszechnianie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin. Zaistniała zatem potrzeba utworzenia platformy internetowej poświęconej integrowanej ochronie roślin. W tym celu stworzono bazę danych składającą się z kompendium wiedzy w zakresie ochrony roślin dla wszystkich użytkowników, którzy pragną poszerzyć swoją wiedzę w danym zakresie oraz wyników monitorowania najważniejszych agrofagów roślin rolniczych. Stworzona platforma sygnalizacji agrofagów stała się wielostronnym narzędziem ułatwiającym oraz wspomagającym podejmowanie decyzji w integrowanej ochronie roślin.

Słowa kluczowe: monitoring, agrofag, sygnalizacja, stan fitosanitarny, integrowana ochrona.

New, multimedia tool supporting decision making for integrated plant control

Summary

The principles of integrated plant protection within the framework of Community action for the sustainable use of pesticides, should be respected by all professional users in Poland. It involves undertaking measures which limit development of pests and diseases, minimize use of pesticides and other forms of intervention well as limit risk to health and environment. The national action plan for pesticide use risk reduction recommends dissemination of integrated plant control rules. Therefore the need for development of an integrated pest control platform occurred. To this end the data base with information on plant protection and the results of monitoring of most important pests in crop plants was created for all users. The pest signaling platform has become a multilateral tool which support decision making in integrated pest management.

Keywords: monitoring, pest signaling, phytosanitary state, integrated control.

1. Wstęp

Od dnia 1 stycznia 2014 r. na mocy Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, na terenie Rzeczypospolitej Polskiej, obowiązuje przestrzeganie zasad integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników. Zgodnie z definicją „integrowana ochrona roślin” oznacza staranne rozważenie wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, a następnie przedsięwzięcie właściwych środków mających na celu zahamowanie rozwoju populacji organizmów szkodliwych oraz utrzymanie stosowania środków ochrony roślin i innych form interwencji na ekonomicznie i ekologicznie uzasadnionym poziomie, a także zmniejszenie lub zminimalizowanie zagrożenia dla zdrowia ludzi i dla środowiska. Integrowana ochrona roślin

kładzie nacisk na uzyskanie zdrowych plonów przy minimalnych zakłóceniach funkcjonowania ekosystemu rolniczego i zachęca do stosowania naturalnych sposobów zwalczania szkodników. Dyrektywa, jasno w punktach określa zadania, jakie stawiane są profesjonalnym użytkownikom oraz instytucjom naukowym zajmującym się ochroną roślin, są to przede wszystkim :

- monitorowane organizmów szkodliwych przy zastosowaniu odpowiednich metod i narzędzi, jeśli są one dostępne. Wśród takich narzędzi powinny znaleźć się monitoring pól oraz systemy ostrzegania, prognozowania i wczesnego diagnozowania oparte na solidnych podstawach naukowych, tam gdzie możliwe jest ich zastosowanie, a także doradztwo osób o odpowiednich kwalifikacjach zawodowych.

- profesjonalny użytkownik na podstawie wyników działań monitorujących musi zdecydować, czy stosować metody ochrony roślin, jak i kiedy je stosować. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy oraz konkretnych warunków pogodowych.

Zadaniem ochrony roślin jest zabezpieczenie roślin przed organizmami szkodliwymi, tak, aby ograniczyć straty w plonie. Oznacza to, że przy braku wystąpienia agrofaga lub w jego małym nasileniu zabieg ochrony roślin jest zbędny. Natomiast brak ochrony w przypadku masowego pojawienia się szkodliwego gatunku, może doprowadzić nawet do całkowitej utraty plonu i tym samym poniesionych przez rolnika nakładów. Taka sytuacja pozwala zrozumieć znaczenie prowadzenia systematycznych obserwacji nad wystąpieniem i nasileniem występowania agrofagów roślin uprawnych. Uzyskiwane z takich obserwacji dane są podstawą do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich zarówno chemicznych jak i różnego rodzaju nie chemicznych. Prowadzenie stałych obserwacji nad pojawianiem się i nasileniem agrofagów jest szczególnie ważne obecnie, gdy obok uniknięcia strat w plonie pod uwagę należy brać czynnik ekonomiczny, środowiskowy oraz obowiązek prowadzenia ochrony roślin w oparciu o zasady integrowanej ochrony roślin. W tym celu stworzono bazę danych składającą się z kompendium wiedzy w zakresie ochrony roślin dla wszystkich użytkowników, którzy pragną poszerzyć swoją wiedzę w danym zakresie oraz wyników monitorowania najważniejszych agrofagów roślin uprawnych. Krajowy plan działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013-2017 zakłada upowszechnianie ogólnych zasad

integrowanej ochrony roślin. Jednym z zadań upowszechniania integrowanej ochrony roślin była potrzeba utworzenia i utrzymania platformy internetowej poświęconej integrowanej ochronie roślin.

2. Materiał i metody

Monitorowanie jest podstawowym działaniem mającym na celu rozpoznanie zagrożeń roślin uprawnych ze strony organizmów szkodliwych, oceny stanu fitosanitarnego roślin uprawnych. Bardzo ważnym elementem integrowanej ochrony jest systematyczne monitorowanie agrofagów. Dzięki monitorowaniu występowania agrofagów roślin uprawnych możliwe jest określenie aktualnego stanu fitosanitarnego roślin uprawnych dla potrzeb prognozowania optymalnego terminu wykonania zabiegu ochronnego, sygnalizacji zabiegów (Walczak, 1999, 2010). Umiejętne wykorzystanie wyników obserwacji pojawiania się i nasilenia występowania agrofagów, przyczynia się do zminimalizowania ryzyka ewentualnych szkód i wyeliminowania często nadmiernego, niepotrzebnego zużycia środków chemicznych na co zwraca uwagę wspomniana wcześniej dyrektywa. Monitorowanie agrofagów umożliwia wykonanie zabiegu chemicznego w optymalnym terminie, z uwzględnieniem wartości progu ekonomicznej szkodliwości. Skuteczność monitorowania wiąże się z przekazaniem informacji o zagrożeniu lub jego braku największej liczbie użytkowników w określonym czasie. Najszybszym, dostępnym narzędziem komunikacji jest internet z dużą ilością informacji nie zweryfikowanych przez specjalistów. Zaistniała więc, potrzeba stworzenia narzędzia wielostronnego i profesjonalnego tak aby odbiorca wspomagany wiedzą mógł podjąć prawidłowe działania z zakresu integrowanej ochrony roślin.

Realizacji założeń Krajowego Planu Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin służą programy wieloletnie realizowane przez Instytut Ochrony roślin PIB w Poznaniu, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB w Puławach. Nad stworzeniem, działaniem i usprawnianiem platformy sygnalizacji agrofagów pracuje zespół naukowców oraz specjalistów z zakresu integrowanej ochrony roślin, doradztwa rolniczego oraz rolnictwa ekologicznego, z bogatą wiedzą literaturową jak i terenową. Platforma nie powstałaby bez udziału wielu partnerów, którzy współpracując stworzyli kompendium wiedzy dostępnej w jednym miejscu, w wygodnej formie, gdzie poprzez konstrukcję strony możliwy jest kontakt z danym specjalistą oraz partnerem platformy. Internetowa platforma sygnalizacji agrofagów jest wielostronnym narzędziem wykorzystującym najnowsze technologie

informacyjne stworzonym przez profesjonalistów w danym zakresie wiedzy, którzy opracowali poszczególne panele odwołujące się do elementów składowych integrowanej ochrony roślin. Jako elementy składowe platformy można wymienić: sygnalizację i zwalczanie agrofagów, doradztwo rolnicze i rolnictwo ekologiczne oraz bogatą bazę atlasów, metodyk i poradników przydatnych do poszerzania swojej wiedzy.

Platforma sygnalizacji składa się z intuicyjnego interfejsu, gdzie z panelu głównego zagłębiając się w kolejne poziomy i podpoziomy strony internetowej możemy odnaleźć wiadomości których poszukujemy. Podstrony kierują użytkownika do systemów wspierających podejmowanie decyzji w ochronie roślin, prognoz długo i krótkoterminowych dla wybranych agrofagów oraz do systemów prognozowania epidemii chorób. Na stronach, zawarto także bogaty zbiór metodyk do sygnalizacji i monitorowania agrofagów oraz panele kierujące użytkownika w stronę rolnictwa ekologicznego. Z panelu głównego możemy zostać przekierowani na strony instytucji zajmujących się konkretną dziedziną z zakresu doradztwa oraz integrowanej ochrony roślin. Wszystkie dane dostępne są w wersjach na popularne przeglądarki internetowe jak i urządzenia mobilne. Baza danych aktualizowana jest przez specjalistów dla danych paneli. Tworzona jest ona na bieżąco o dane z monitoringu terenowego zbierane przez oddziały terenowe, gdzie zaraz po wprowadzeniu do bazy dane dostępne są dla rzeszy użytkowników platformy internetowej.

Platforma sygnalizacji agrofagów skierowana jest do każdego odbiorcy zajmującego się szeroko pojętą ochroną roślin. Zawarte są w niej informacje podstawowe rozszerzające wiedzę zwykłego użytkownika, a także zbiór informacji i komunikatów specjalistycznych dla użytkowników profesjonalnych. Aktualizowane dane dostarczają w czasie rzeczywistym informację o zagrożeniu wynikającym z nasilenia występowania agrofagów. Proponowane jest także wykonanie zabiegów chemicznych wspomagając decyzję użytkownika korzystającego z platformy sygnalizacji agrofagów.

3. Wyniki

Narzędzie jakim jest platforma sygnalizacji agrofagów, uruchomiona 1 września 2016, umożliwia wszystkim zainteresowanym jednostkom i organizacjom szeroką oraz spójną współpracę w obszarze ochrony roślin. Głównym celem działania platformy sygnalizacji jest upowszechnianie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin oraz zapobieganie zagrożeniom związanym ze stosowaniem środków ochrony roślin. W ramach działań platformy wykonano dotychczas szereg prac zmierzających osiągnięcia założonego celu. Szczególnego

podkreślenia wymaga aktywne włączenie Wojewódzkich Ośrodków Doradztwa Rolniczego, jednostek naukowych, administracji państwowej, jak i organizacji branżowych (Tab.1).

Tabela 1 Ilość punktów sygnalizacyjnych platformy sygnalizacji agrofagów na terenie województw w roku 2017

Województwo/ODR	Ilość punktów sygnalizacyjnych
małopolskie/ MODR w Karniowicach	35
łódzkie/LODR w Bratoszewicach	24
kujawsko-pomorskie/ KPODR w Minikowie	19
wielkopolskie/WODR w Poznaniu	17
opolskie/ OODR w Łosiowie	12
mazowieckie/ MODR w Warszawie	12
warmińsko-mazurskie/ W-MODR w Olsztynie	12
podkarpackie/ PODR w Boguchwale	5
lubuskie/ LODR w Kalsku	4
podlaskie/ PODR w Szepietowie	2
pomorskie/ PODR w Lubaniu	15
lubelskie/ LODR w Końskowoli	4
świętokrzyskie/ SODR w Modliszewicach	4
śląskie/SODR w Częstochowie	2
IUNG PIB	1
CIECH POL	2
IOR PIB	5
COBORU	30

Platforma sygnalizacji agrofagów jest narzędziem dynamicznym, tworzonym także przez użytkowników serwisu, którego elementy stale rozwijają się, wychodząc naprzeciwko potrzebom potencjalnych odbiorców. Baza danych zawiera 570 plików w formacie pdf (www.agrofagi.com.pl), min. są metodyki monitorowania i sygnalizacji agrofagów, integrowanej produkcji roślin, oraz zalecenia ochrony roślin. Jako narzędzie mierzalne platforma sygnalizacji agrofagów, daje nam możliwości kontroli w zakresie popularności oraz przydatności serwisu, co przekłada się na ilość wejść na stronę portalu. Od września do grudnia 2016 roku w sumie odnotowano 49647 wejść na stronę, co daje średnio 406 odwiedzin dziennie. W roku 2017 odnotowano: w styczniu 17360 wejść na stronę, w lutym 18996 oraz w marcu 12028. Sumując się to w 48384 odwiedzin strony, co daje średnią 537 wizyt na stronie dziennie, w badanym okresie. W ciągu trzech miesięcy w 2017 roku platforma sygnalizacji agrofagów zanotowała większą popularność serwisu porównując ją

z rokiem poprzednim. Tendencja wzrostowa świadczy o coraz większej popularności serwisu wśród odbiorców.

4. Dyskusja

Monitoring agrofagów prowadzony jest dla trzech podstawowych potrzeb: oceny szkodliwości agrofagów na terenie kraju (rejestracja agrofagów), są to obserwacje przeprowadzane jeden raz w roku w ściśle określonym dla każdego agrofaga terminie; sygnalizacji zabiegów ochrony roślin (sygnalizacja agrofagów), są to obserwacje prowadzone na polu systematycznie, w całym sezonie wegetacyjnym celem rozeznania aktualnego zagrożeniu roślin uprawnych ze strony agrofagów; sygnalizowania przenikania na teren Polski nowych agrofagów z terytorium innych krajów oraz śledzenie ich rozprzestrzeniania. Ważnym efektem uzyskanym w wyniku monitorowania agrofagów jest możliwość przeprowadzenia oceny szkodliwości. Ocena wykonywana jest jednorazowo, w ściśle określonym dla każdego agrofaga terminie, w konkretnej fazie rozwojowej rośliny żywicielskiej lub określonym stadium szkodnika, w czasie gdy dany agrofag nie spowoduje już większych szkód. Dzięki takim danym możliwe jest coroczne opublikowanie informacji o stanie fitosanitarnym roślin uprawnych w Polsce. Skutkuje to powstaniem obrazu zagrożeń w skali kraju w danym roku oraz wysunięciem sugestii prognozowych co do występowania organizmów szkodliwych w roku następnym (Walczak i in. 2014). Dane zamieszczane były do tej pory w wydawanym co roku stanie fitosanitarnym. Stan fitosanitarny roślin w Polsce na rok bieżący oraz spodziewane wystąpienie agrofagów w roku następnym jest jedyną tego typu publikacją wydawaną w Polsce. Wyniki ogólnokrajowego monitorowania oceny szkodliwości agrofagów wykazały, że na przestrzeni lat obserwowano okresy, w których znaczenie gospodarcze poszczególnych agrofagów cyklicznie zmniejszało się lub zwiększało. Spowodowane to było zmianami w areale zasiewów, doborze odmian, poziomie nawożenia, uproszczeniami w agrotechnice, tendencjami gradacyjnymi, które charakteryzują niektóre gatunki oraz zmianami klimatycznymi wywierającymi wpływ na skład gatunkowy i poziom szkodliwości agrofagów (Walczak i Tratwal, 2008). Pojawianie się oraz nasilenie występowania agrofagów oraz w sezonie wegetacyjnym na obszarze poszczególnych miejscowości, powiatów czy województw może następować w różnych terminach, w zależności od czynnika regionalnego jakim jest mikroklimat. W skali kraju różnice w występowaniu agrofagów mogą być znaczne, nawet do miesiąca, dlatego duże znaczenie ma monitorowanie agrofagów odnoszące się do małych obszarów, a nawet konkretnej plantacji. Zabiegi sygnalizacyjne często są niedoceniane przez producentów czy doradców

rolniczych (Bubniewicz i in. 1993, Pruszyński i Walczak 2006). Platforma sygnalizacji oferuje swoje bazy danych w czasie rzeczywistym, gdzie na bieżąco w czasie rzeczywistym sygnalizuje się pojawienie agrofagów roślin uprawnych. Sygnalizacja opiera się głównie na krótkoterminowych prognozach rozwoju chorób i szkodników, które oceniają tempo rozwoju tych zjawisk z uwzględnieniem terminu wystąpienia agrofaga oraz kryteriów ekonomicznych. Obecnie sygnalizacja zabiegów ochrony roślin bardzo często opiera się na monitorowaniu, które dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego wykonywane jest przez samych producentów środków chemicznych. Polega ono, na umiejętności właściwej interpretacji wyników obserwacji w celu określenia optymalnego terminu zwalczania. Dobra praktyka ochrony roślin wyraźnie podkreśla, jak ważna jest wiedza dotycząca stanu fitosanitarnego roślin uprawnych, które mają być chronione. Zatem ogromne znaczenie mają badania naukowe w wyniku, których opracowuje się, modernizuje i udoskonala metody obserwacji i ograniczania występowania agrofagów roślin uprawnych. Dostępność wyników badań oraz publikacji naukowych pozwala na szybkie zweryfikowanie oraz pogłębienie swojej wiedzy z zakresu monitorowania. Dostrzeżenie realnych zagrożeń i prawdopodobieństwo realnego nasilenia występowania w czasie rzeczywistym ze strony agrofaga na monitorowanych podobnych uprawach pozwala podjąć decyzje o stosowaniu środka chemicznego na swojej uprawie. Sygnalizacja oraz ciągły monitoring upraw rolniczych odgrywają bardzo ważną rolę w procesie zapobiegania rozprzestrzenianiu się “nowych” agrofagów. Przykładem tu może być sygnalizowanie występowania stonki kukurydzianej, które zaobserwowano w sierpniu i wrześniu 2005 roku na terenie województwa podkarpackiego (Sahajdak i in., 2006).

5. Podsumowanie

Zapobieganie zagrożeniom związanym ze stosowaniem środków ochrony roślin możliwe jest dzięki realizacji krajowego planu działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin, którego celem jest upowszechnienie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin. W wyniku ich realizacji uruchomiono platformę sygnalizacji agrofagów. Narzędzie to umożliwia zainteresowanym jednostkom oraz organizacjom współpracę w obszarze ochrony roślin, obejmując: wyniki sygnalizacji agrofagów, metodyki monitorowania i sygnalizacji agrofagów, integrowanej produkcji roślin, internetowe programy i zalecenia ochrony roślin, w tym dotyczące rolnictwa ekologicznego, wyszukiwarki środków ochrony roślin i ich etykiet. W ramach realizacji założeń dyrektywy realizowane są zadania w celu zapewnienia skutecznego i efektywnego nadzoru nad obrotem i stosowaniem środków ochrony roślin oraz prowadzenia analizy ryzyka związanego ze

stosowaniem środków ochrony roślin. Ocena wyników kontroli i monitoringów związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin prowadzona jest w oparciu o kontrole skażenia żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego środkami ochrony roślin, kontrole skażenia pasz, wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oraz monitoring wód powierzchniowych, podziemnych oraz osadów dennych. W oparciu o powyższe dane opracowane zostały wskaźniki ryzyka pestycydowego, które pozwolą na monitorowanie zmian tego ryzyka w perspektywie wieloletniej. W ramach krajowego planu działania zbierane są także informacje o zatruciach ludzi oraz pszczoł środkami ochrony roślin.

Wyznaczenie optymalnego terminu zabiegu chemicznego nie jest łatwe. Przed wykonaniem zabiegu chemicznego muszą być spełnione pewne warunki z czego najważniejszym jest potrzeba monitoringu agrofagów. Wymagana jest tu wiedza z zakresu rozwoju chorób i oceny ich nasilenia, biologii szkodników i oceny ich liczebności, a także wykorzystanie podstawowych narzędzi wspomagających decyzję doradcy czy producenta. Są to zarówno narzędzia najprostsze: czerpak entomologiczny, żółte naczynia, barwne tablice klejowe czy pułapki feromonowe, oraz narzędzia o zaawansowanej technologii: programy komputerowe wspomagające określenie optymalnego terminu zabiegu, sieci automatycznych stacji meteorologicznych itp. Cały wachlarz narzędzi oraz metodyk i poradników jest dostępny na platformie sygnalizacji agrofagów. Skumulowanie w jednym miejscu narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o ochronie roślin w integrowanej produkcji daje więc wiele możliwości ich wykorzystania a także poszerzenia swojej wiedzy przy podejmowaniu decyzji odnośnie ochrony roślin w integrowanej produkcji.

Literatura

Bubniewicz P., Walczak F., Mrówczyński M., Widerski K., Kaniuczak Z. 1993. Ochrona roślin w integrowanych systemach produkcji rolniczej. Skrzypionki występujące na zbożach i ich zwalczanie. Inst. Ochr. Roślin, Poznań: 1-9.

Pruszyński S., Walczak F. 2006. Rola regionalnej sygnalizacji w wyznaczaniu optymalnego terminu zwalczania agrofagów. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46,1: 169-175.

Sahajdak A., Bereś P., Uznańska B., Konefał T. 2006. Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa – nowe zagrożenie dla upraw kukurydzy w Polsce. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 46,1: 256-261.

Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Wielkopolan B., Strażyński P. 2017. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2016 i spodziewane wystąpienie agrofagów w 2017. red. Tratwal A., Bereś P. K., Inst. Ochr. Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 122.

Walczak F. 1999. Znaczenie monitoringu agrofagów roślin uprawnych dla ochrony roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 39,1: 284-288.

Walczak F., Tratwal A. 2008. Zmiany klimatyczne jako czynnik wpływający na znaczenie gospodarcze agrofagów roślin rolniczych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 48,3: 808-813.

Walczak F. 2010. Monitoring agrofagów dla potrzeb integrowanej ochrony roślin uprawnych. Fragn. Agron. 27,4: 147-154.

Www.agrofagi.com. Metodyki sygnalizacji i monitoringu agrofagów. www.agrofagi.com.pl/10,sygnalizacja-agrofagow.html, (dostęp 10.04.2017).

Wpływ uproszczeń w uprawie roli na wybrane cechy jakościowe kilku odmian pszenicy ozimej

Ryszard Weber⁽¹⁾, Andrzej Biskupski⁽¹⁾

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli, ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław

Ryszard Weber: rweber@iung.pulawy.pl

Streszczenie

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów jakości ziarna kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanych systemów uprawy roli. Badania przeprowadzono w latach 2012-2014. Czynnikiem I doświadczenia były systemy uprawy roli: uprawa tradycyjna, uprawa bezorkowa wykonana kultywátorem na głębokość 7- 10 cm i uprawa bezorkowa wykonana brona talerzową na głębokość 12-15 cm. Czynnikiem II były odmiany pszenicy ozimej: Muszelka, Ostka Strzelecka, Kohelia i Satyna. Analizowano następujące parametry jakości ziarna pszenicy: gęstość ziarna, wyrównanie ziarna, zawartość białka, glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania. Nie stwierdzono wpływu zróżnicowanych systemów uprawy roli na zmienność cech jakościowych ziarna badanych odmian pszenicy ozimej. Odmiany wykazywały duże zróżnicowanie pod względem analizowanych cech jakości ziarna. Ostka Strzelecka odznaczała się lepszą jakością ziarna w porównaniu do odmiany Muszelka. Istotna interakcja pomiędzy odmianą a gęstością, ziarna, białkiem, popiołem całkowitym, zawartością glutenu, wskaźnikiem sedymentacji i liczbą opadania wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian na pod względem wymienionych cech jakościowych na badane systemy uprawy roli

Słowa kluczowe: systemy uprawy, odmiany pszenicy, jakość ziarna

Effects of tillage system simplification on selected qualitative features of several winter wheat cultivars

Summary

The aim of the work is comparison of selected qualitative parameters of grain of four winter wheat cultivars in the conditions of diversified tillage systems. The research was conducted in the years 2011-2013. The first factor of the experiment were the following tillage systems: a) traditional tillage, b) zero – ploughing system with the use of a cultivator, to the depth of 7- 10 cm. c) zero – ploughing with a disc harrow, to the depth of 12-15 cm. The second factor involved winter wheat cultivars – a) Muszelka, b) Ostka Strzelecka, c) Kohelia d) Satyna. The following qualitative parameters of wheat grain were subjected to the analysis: grain density, homogeneity of grain, the content of protein and gluten, sedimentation coefficient and falling number. There was not recorded any influence of diversified tillage systems on qualitative features of winter wheat grain. The cultivars under investigation showed considerable differentiation as far as the analyzed quantitative parameters were concerned. Ostka Strzelecka cultivar characterized higher quality of grain as compared to Muszelka cultivar. Significant interaction between particular cultivars and grain density, protein content, total ash content, gluten content, as well as sedimentation coefficient and falling number indicates diversified response of wheat cultivars, regarding the mentioned parameters, to the examined tillage systems.

Keywords: tillage systems, cultivars of wheat, grain quality

1. Wstęp

Jakość ziarna pszenicy uzależniona jest od wielu czynników glebowych i klimatycznych jednak podstawowym kryterium kształtującym wartość technologiczną mąki jest genotyp rośliny. W ostatnich latach obserwuje się znaczący postęp hodowlany w grupie odmian jakościowych i chlebowych. W wielu przypadkach plony nowych odmian jakościowych lub chlebowych nie różnią się pod względem plonowania od odmian zaliczanych do grupy paszowej. Powyższa tendencja zaznacza się również w krajach Europy

Zachodniej. W Saksonii powierzchnia uprawy odmian zaliczanych do grupy jakościowej E lub A stanowi 90% uprawy tego gatunku. Wartość technologiczną – wypiekową określa osiem wskaźników. Są to: Liczba opadania, zawartość białka, wskaźnik sedymentacji, ogólna wydajność i wodochłonność mąki, rozmiękczenie ciasta, energia oraz objętość ciasta. Podstawowym makroelementem kształtującym w ziarnie zawartość białka, glutenu i wskaźnik sedymentacji jest azot. Nawożenie azotowe we wczesnych fazach wzrostu i rozwoju pszenicy oddziałuje głównie na plon, natomiast w późniejszych etapach rozwojowych (po kłoszeniu) wpływa na cechy jakościowe ziarna (Podolska i Sulek, 2002; Andersson, 2005). Badania wykazały, że dolistne stosowanie azotu w fazie kłoszenia podwyższało zawartość białka w ziarnie i wskaźnika sedymentacji w porównaniu do nawożenia w fazie strzelania w źdźbło (Knapowski i in. 2010). Najmniejszy wpływ wywierały zróżnicowane dawki nawozów azotowych na aktywność enzymów amylolitycznych. Większość badań wykazała brak istotnej zależności pomiędzy dawką azotu a wartością liczby opadania (Varga i Svečnjak, 2006; Dubis i Borysewicz, 2008). Jednak nadmierna ilość azotu może wpłynąć na pogorszenie parametrów jakości ziarna. Wysokie dawki azotu powodują u niektórych odmian opóźnienie okresu wegetacji i wzrost wartości liczby opadania w ziarnie (Knapowski i Bacewicz, 2004). Następuje osłabienie jakości glutenu z powodu większego udziału niskocząsteczkowej gliadyny (Johansson i in., 2001; Kwiatkowski i in., 2006).

Badania Sulek (2010) wykazały, że uprawa pszenicy na glebach lepszej jakości przyczynia się do wzrostu masy tysiąca ziaren i wskaźnika sedymentacji, natomiast zmniejsza się w tych warunkach zawartość białka, glutenu oraz liczba opadania. Również z badań przeprowadzonych przez Kuś i Siuta (1995) wynika, że pszenica ozima uprawiana na madach lub czarnych ziemiach wyróżniała się większą zawartością białka i glutenu w ziarnie w porównaniu z pszenicą uprawianą na glebie lekkiej. W ostatnim dziesięcioleciu w krajach Unii Europejskiej w ramach rolnictwa zrównoważonego, propaguje się w coraz większym zakresie różne technologie bezpługowej uprawy roli często określane mianem uprawy zachowawczej lub konserwującej. Uprawa zachowawcza – konserwująca (*conservation tillage*) jest koncepcją produkcji rolniczej, której głównym celem jest zachowanie naturalnych zasobów przyrody przy równoczesnym osiąganiu wysokich plonów. Podstawową cechą uprawy konserwującej jest nie odwracanie wierzchniej warstwy roli. Uproszczenia w uprawie roli wykazują zróżnicowany wpływ na jakość ziarna pszenicy (Małecka i Bleharczyk, 2002; Zimmerman i in., 2010; Kraska i in., 2014). Zróżnicowane wyniki badań mogą być spowodowane

zmiennymi warunkami środowiskowymi lub zastosowanymi odmianami w analizowanych doświadczeniach (Gil i in., 2008).

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów jakości ziarna kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanych systemów uprawy roli.

2. Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w latach 2012-2014 na obszarze gminy Jelcz-Laskowice na glebie kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenie dwuczynnikowe założono po rzepaku ozimym metodą split-plot w 4 powtórzeniach, na glebie płowej – piasku gliniastym mocnym, zalegającym na glinie lekkiej. Badano następujące czynniki doświadczenia: czynnik I systemy uprawy roli – a) uprawa tradycyjna na głębokość 25 cm, b) uprawa bezorkowa wykonana kultywATOREM na głębokość 7- 10 cm. c) uprawa bezorkowa wykonana brona talerzową na głębokość 12-15 cm (tab. 1); czynnik II odmiany pszenicy ozimej: Muszelka, Ostka Strzelecka, Kohelia i Satyna. Wymienione odmiany pszenicy ozimej różnią się znacznie pod względem genetycznym i wywodzą się z różnych stacji hodowli roślin. Przedplonem w analizowanych latach badań był rzepak ozimy uprawiany w systemie konwencjonalnym – (płużnym). Siew pszenicy ozimej przeprowadzono w trzeciej dekadzie września. Materiał do analizy stanowiły próbki ziarna pobrane z każdego poletka doświadczenia. Zbiór ziarna dokonano w fazie dojrzałości pełnej kombajnem „Nusermayser Elite Z 035” firmy Wintersteiger. Próbkę ziarna poddano analizie laboratoryjnej oznaczając: zawartość glutenu – metodą wagową (przez wymywanie w 2% NaCl; norma- PN-77/A-74041 pkt. 2.5.1.), liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena (norma- PN-EN ISO 3093:2010). Natomiast wskaźnik sedymentacji oraz ogólną zawartość białka określano za pomocą urządzenia INSTALAB 600, wykorzystując technikę bliskiej podczerwieni NIR. Gęstość ziarna w stanie zsypanym oznaczono zgodnie z Polską Normą (PN-73/R-74007), a wyrównanie ziarna wykonano zgodnie z Normą Branżową (BN-69/9131-02). Do obliczeń wykorzystano program AWAR opracowany przez Zakład Zastosowań Matematyki i Informatyki w IUNG Puław.

Tabela 1. Systemy uprawy roli

uprawa roli <i>tillage system</i>	zabiegi uprawowe <i>cultivation measures</i>
Tradycyjna (A) (płużna) <i>conventional tillage</i>	uprawa poźniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy uprawa podstawowa – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) <i>post-harvest cultivation – gruber at 15 cm + string roller</i> <i>basic land preparation – ploughing to the depth of 25 cm + harrow</i> <i>pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller)</i>
Uproszczona 1 (B) (uprawa bezorkowa) <i>reduced tillage</i>	uprawa poźniwna – kultywator z redlicami typu gęsiostopka uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) <i>post-harvest cultivation – gruber at 10 cm + string roller</i> <i>pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller)</i>
Uproszczona 2 (C) (uprawa bezorkowa) <i>reduced tillage</i>	uprawa poźniwna – brona talerzowa uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) <i>post-harvest cultivation – disc harrow at 15 cm + string roller</i> <i>pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller)</i>

3. Wyniki badań i dyskusja

Bezplużne systemy uprawy roli nie spowodowały pogorszenia jakości ziarna badanych odmian pszenicy. Wyższą wartość wskaźnika sedymentacji stwierdzono jedynie w przy użyciu brony talerzowej w porównaniu do konwencjonalnego sposobu uprawy (tab. 2). Odmiany wykazywały wysokie wyrównanie ziarna niezależnie od systemu uprawy roli.

Tabela 2. Średnie cechy jakości ziarna pszenicy w zależności od systemu uprawy

Systemy uprawy <i>Tillage system</i>	Gęstość ziarna Test weight (kg·m ⁻¹)	Wyrównanie ziarna Grain uniformity (%)	Białko ogółem Crude protein (%)	Popiół całkowity Total ash content (%)	Zawartość glutenu Gluten content (%)	wskaźnik sedymentacji Sedimentation index (ml)	Liczba opadania Falling number (sek.)
płużny (A.)	76,85	91,19	11,17	1,58	26,86	24,50	243,48
Uproszczony kultywator (B.)	76,32	91,22	11,16	1,55	26,62	24,92	246,60
Uproszczony brona talerzowa (C)	76,77	91,65	10,79	1,54	26,33	25,09	234,65
Srednia - Mean	76,65	91,35	11,04	1,55	26,60	24,83	241,58
NIR - LSD	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	0,47	r.n. – n.s.

Natomiast pozostałe parametry jakościowe ziarna charakteryzowały się istotnym zróżnicowaniem. (tab.3). Ostka Strzelecka należąca do grupy odmian jakościowych, odznaczała się wyższą zawartością białka i glutenu. Niższe wskaźniki jakości ziarna stwierdzono u odmiany Muszelka. Na uwagę zasługuje Satyna, która odznaczała się wysokim wskaźnikiem sedymentacji w stosunku do pozostałych badanych genotypów. Zawartość glutenu mokrego u badanych odmian wahała się od 25,56% do 27,57%. Zawartość białka i wskaźnika sedymentacji w ziarniakach odmian była niska pomimo znacznego

zróźnicowania genetycznego badanych form. Jednak wartości te w dużym stopniu uzależnione są środowiska glebowo - klimatycznego w którym uprawia się określone odmiany (Šlip i in. 2013).

Tabela 3. Średnie cechy jakości ziarna pszenicy w zależności od odmiany

Odmiany cultivars	Gęstość ziarna Test weight (kg·m ⁻¹)	Wyrównanie ziarna Grain uniformity (%)	Białko ogółem Crude protein (%)	Popiół całkowity Total ash content (%)	Zawartość glutenu Gluten content (%)	wskaźnik sedymentacji Sedimentation index (ml)	Liczba opadania Falling number (sek.)
Muszelka	74,50	91,34	10,63	1,53	25,56	21,27	226,30
Ostka strzelecka	77,51	90,66	11,52	1,64	27,57	24,74	277,20
Kohelia	78,10	91,58	11,01	1,52	26,59	26,45	250,37
Satyna	76,47	91,83	11,00	1,54	26,68	26,88	212,43
Srednia - Mean	76,65	91,35	11,04	1,55	26,60	24,83	241,58
NIR - LSD	1,52	r.n. – n.s.	0,78	0,09	1,64	3,18	42,52

Istotna interakcja odmian z systemami uprawy roli pod względem badanych wskaźników jakości ziarna wskazuje, że odmiany odznaczały się odmienną reakcją na badane systemy uprawy (tab. 4).

Niższe zawartości glutenu stwierdzono u Ostki Strzeleckiej na obiektach z uprawą uproszczoną przy użyciu brony talerzowej. Natomiast odmiana Kohelia odznaczała się niższymi wartościami tej cechy na poletkach uprawianych kultywatorem. Mniejszy wskaźnik sedymentacji wykazano w uprawach uproszczonych dla odmian Muszelka i Satyna. Natomiast Ostka Strzelecka i odznaczała się istotnie wyższymi wskaźnikami sedymentacji w uprawach uproszczonych w porównaniu do konwencjonalnej uprawy roli. Badania wykazały niejednoznaczne oddziaływanie bezpłuznych wariantów uprawy na zmienność parametrów jakościowych ziarna. Część publikacji donosi o braku wpływu systemów uprawy na wartości cech jakości ziarna (Šlip i in. 2013, Kraska i in. 2014). Jednak w warunkach uprawy bezpłuznej zwiększa się niebezpieczeństwo zwiększonego porażenia ziarna pszenicy przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Szczególnie niebezpieczne są *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poe* i *F. avenaceum*. Wymienione gatunki grzybów wydzielają liczne metabolity o działaniu toksycznym dla ludzi i zwierząt. Wytworzone mikotoksyny obniżają w znacznym stopniu masę tysiąca ziaren, liczbę opadania, liczbę sedymentacji jak również zawartość białka ogółem (Nietzsche i in. 2002).

Tabela 4 Średnie cechy jakości ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od odmiany i systemu uprawy

Odmiana cultivars	Gęstość ziarna Test weight (kg m ⁻¹)	Wyrównanie ziarna(%) Grain uniformity	Białko ogółem Crude protein (%)	Popiół całkowity Total ash content (%)	Zawartość glutenu(%) Gluten content	wskaźnik(ml) sedymtacji Sedimentation index	Liczba opadania Falling number (sek.)
A. Muszelka	74,29	90,00	10,81	1,57	26,42	21,47	236,15
B. Muszelka	74,24	91,31	10,66	1,51	25,22	22,45	220,60
C Muszelka	74,98	92,71	10,43	1,51	25,06	19,91	222,15
Średnia Mean	74,50	91,34	10,63	1,53	25,57	21,28	226,30
NIR-LSD	r.n.- n.s	r.n.- n.s.	r.n.- n.s	r.n.- n.s	r.n.- n.s.	2,24	r.n.- n.s
A. Ostka Strzelecka	77,79	90,97	11,43	1,67	27,38	23,73	261,15
B. Ostka Strzelecka	77,14	90,57	11,87	1,65	28,44	25,83	307,65
C. Ostka Strzelecka	77,59	90,46	11,27	1,59	26,90	24,65	262,80
Średnia Mean	77,51	90,67	11,52	1,64	27,57	24,74	277,20
NIR-LSD	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	1,38	1,92	41,3
A. Kohelia	78,21	92,12	11,07	1,55	26,50	23,92	260,80
B. Kohelia	77,83	91,19	10,90	1,48	25,95	25,54	245,15
C. Kohelia	78,26	91,43	11,05	1,52	27,32	29,91	245,15
Średnia Mean	78,1	91,58	11,01	1,52	26,59	26,46	250,37
NIR-LSD	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	1,25	5,62	r.n.
A. Satyna	77,11	91,69	11,38	1,54	27,13	28,88	215,80
B. Satyna	76,06	91,82	11,22	1,55	26,87	25,85	213,00
C. Satyna	76,24	91,99	10,42	1,54	26,05	25,90	208,50
Średnia Mean	76,47	91,83	11,01	1,54	26,68	26,88	212,43
NIR LSD	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	r.n.- n.s.	2,38	r.n.
Średnia - Mean	76,65	91,36	11,04	1,56	26,60	24,84	241,58
NIR-LSD*	3,13	r.n.	1,12	0,11	1,75	5,06	40,12

NIR systemy uprawy x odmiany ; r.n. – różnice nieistotne; oznaczenia patrz tabela 2
LSD Tillage system x cultivars, – n.s - insignificant differences; symbols see tab.2

Badania Woźniaka (2009) wykazały jednak w warunkach uprawy uproszczonej niższą zawartość białka, glutenu mokrego i gęstości ziarna w porównaniu do konwencjonalnego systemu uprawy.

Zróżnicowana reakcja odmian pod względem wielkości badanych cech jakości ziarna może wynikać z różnego przystosowania się odmian do uproszczonych systemów uprawy.

Odmiany półkarłowe często odznaczają się niższymi plonami w bezpłuznych wariantach uprawy niż genotypy charakteryzujące się dłuższym źdźbłem (Rebetzke i in., 2007).

Zawartość białka i liczba opadania są w znacznym stopniu uwarunkowane genotypem rośliny (Podolska, 2009; Sułek i in., 2004). Jednak podstawową rolę w kształtowaniu wymienionych cech jakościowych odgrywają warunki atmosferyczne. Wprawdzie słoneczna pogoda z umiarkowanymi opadami deszczu i wysoką temperaturą sprzyja tworzeniu dużych ilości białek glutenowych (Stankowski i Rutkowska, 2006). Jednak zbyt wysoka temperatura powyżej 35°C w okresie rozwoju ziarniaka wpływa na pogorszenie jakości glutenu. Stres termiczny powoduje, że synteza białek gliadynowych przebiega z zwiększoną szybkością niż białek gluteninowych co osłabia mechaniczną wytrzymałość glutenu (Daniel i Triboi, 2000). Niskie plony ziarna na glebach lekkich mogą spowodować zwiększoną zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy w porównaniu do gleb lepszych (Erekuł i Köhn, 2006). Muszelka spośród badanych odznaczała się wyższym plonowaniem niezależnie od uprawy roli co mogło przyczynić się do niższych wartości badanych cech jakości ziarna (Weber i Kieloch, 2014).

4. Wnioski

1. Nie stwierdzono wpływu zróżnicowanych systemów uprawy roli na zmienność cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej.
2. Odmiany wykazywały duże zróżnicowanie pod względem analizowanych cech jakości ziarna. Ostka Strzelecka odznaczała się lepszą jakością ziarna w porównaniu do odmiany Muszelka.
3. Istotna interakcja pomiędzy odmianą a gęstością ziarna, białkiem, popiołem całkowitym, zawartością glutenu, wskaźnikiem sedymentacji i liczbą opadania wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian na pod względem wymienionych cech jakościowych na badane systemy uprawy roli.

Literatura

- Andersson A. 2005. Nitrogen redistribution in spring wheat: root contribution, spike translocations and protein quality. PhD thesis. Acta Univ. Agricult. Suec., Agr. 10: 36.
- Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych 2013. Lista opisowa odmian. Słupia Wielka. 7-173.
- Daniel C., Triboi E. 2000. Effect of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat. J. Cereal Sci., 32, 45-56.

Dubis B., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1): 110-120.

Ereikul W., Köhn W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread – making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. *J. of Agronomy and Crop Science*, 192, 6: 452-464.

Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M. 2008. Wartość przemiałowa i wypiekowa mąki odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Post. w Ochr. Roślin* 48 (2), 582-585.

Johansson E., Prieto-Line M.L., Jonsson J. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chem.* 78: 19-25.

Knapowski T., Balcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., Łożek O. 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 27,(1): 73-80.

Knapowski T., Balcewicz M. 2004. Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Ann. UMCS, Sec. E*, 59,(2): 959-968.

Kraska P., Andryszczak S., Kwiecińska –Poppe E., Pałys E. 2014. The effect of tillage and catch crops on the yield, grain quality and health of spring wheat. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 13 (1): 21-38.

Kuś J., Siuta A., 1995. Plonowanie zbóż ozimych w zależności od przedplonu i kompleksu glebowego. *Fragm. Agron.* 12 (3): 53-58.

Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim E., Kubecki J., 2006. Plon i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puł.* 142: 277-286.

Małecka I., Bleharczyk A. 2002. Wpływ systemów uprawy roli na plonowanie zbóż, właściwości gleby. *Prace Komisji Nauk Rol. i Komisji Nauk Leśnych* . 93: 79-87.

Nitzsche O., Schmidt W., Gebhart C. 2002. Fusariumbefall vorbeugen. *Neue Landwirtschaft*, 5: 40-41.

Podolska G. 2009. Reakcja odmian pszenicy ozimej na nawożenie azotem w doświadczeniach wazonowych. *Biuletyn IHAR*, 253, 83-91.

Podolska G., Sułek A., 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130: 597-605.

- Rebetzke G.J., Richards R.A., Fettell N.A. Long M., Condon A.G., Forrester R.I. Botwright T.L. 2007. genotypic increases in coleoptile length improves stand establishment, vigour and grain yield of deep-sown wheat. *Field Crops Research* 100: 10-23.
- Sulek A., 2010. Wpływ warunków glebowych na plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. *Pam. Puł.* 152: 277-285.
- Sulek A., Czack-Pietrzak G., Ceglińska A. 2004. Wpływ różnych aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej i jarej. *Annales UMCS, sec.E* 59 (2), 543-551.
- Stankowski S., Rutkowska A. 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna i maki pszenicy ozimej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 5, (1), 53-61.
- Šlip V., Vavera R., Chrpova J., Kusá H., Růžek P. 2013. Winter wheat yield and quality related to tillage practice input level and environmental conditions. *Soil & Tillage Research* 132: 77-85.
- Śmiałowski T. Stankiewicz M. 2007. Ocena wartości technologicznej nowych polskich rodów pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych w latach 2005-2006. *Biuletyn IHAR*, 245, 57-66.
- Varga B., Svečnjak Z. 2006. The effect of late-season urea spraying on yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Res.* 96: 125-132.
- Weber R., Kieloch R. 2014. Wpływ bezplużnych sposobów uprawy roli na zmienność plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm.. Agron.* 31 (4), 108-115.
- Woźniak A. 2009. Jakość pszenicy jarej odmiany Koksa w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophysica* 14(1): 233-241.
- Zimmermann M., Schmidt W., Börner H. 2010. Untersuchungen zu acker – und pflanzenbaulichen Auswirkungen einer dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung. *Mehrländerprojekt Agrarbezogener Bodenschutz, Schriftenreihe* 15/2010: 47-63.
- Zbiór Polskich Norm 1974. Ziarno zbóż, roślin strączkowych, i roślin oleistych. Wyd. Normal. Warszawa.

Influence of nitrogen fertilization on yield of sugar beet

Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Martin Kaluža⁽¹⁾, Izabela Gołąb-Bogacz⁽¹⁾

¹Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland
Małgorzata Wilkosz: malgorzata.wilkosz@upwr.edu.pl

Summary

To investigate the effect of nitrogen fertilizers on yield and technological quality of sugar beet the field research was established with split-plot method. To study this effect the different rates of nitrogen fertilization - 0, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹ and different nitrogen form - ammonium nitrate and ammonium with amide form were used. The highest yields of roots were observed at the dose of 120 and 160 kg N·ha⁻¹, whereas the dose of 160 kg N·ha⁻¹ has proved to be beneficial for the biological and technological sugar yield, the increase was respectively 22,3% and 25,6% compared to the control. Sucrose content decreased with the increase in doses of nitrogen fertilizers respectively by 0,9% and 1,5% for 120 and 160 kg N·ha⁻¹ doses. The dose of 120 kg N·ha⁻¹ increased the N- α-amino acid content in relation to the control by 8,9 mmol·kg⁻¹.

Keywords: sugar beet, nitrogen, yield, melasogenic compounds

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie buraka cukrowego

Streszczenie

W doświadczeniu założonym metodą „split-plot” w warunkach klimatyczno-glebowych niziny dolnośląskiej oceniano wpływ nawożenia azotem na produktywność buraka cukrowego. W tym celu zastosowano różne dawki - 0, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹, oraz formy azotu – saletrzana z amonową i amidowa z amonową. Najwyższe plony korzeni odnotowano pod wpływem dawki 120 i 160 kg N·ha⁻¹, natomiast dawka 160 kg N·ha⁻¹ okazała się korzystna dla biologicznego i technologicznego plonu cukru, przyrosty te wynosiły odpowiednio 22,3% i 25,6% w odniesieniu do roślin nienawożonych. Nawożenie azotem wyraźnie różnicowało także zawartość sacharozy oraz tzw. składników technologicznie szkodliwych, głównie azotu-α-aminokwasowego. Zawartość sacharozy zmniejszała się wraz ze wzrostem stosowanych dawek azotu odpowiednio o 0,9% i 1,5% w wartościach rzeczywistych po zastosowaniu dawek 120 i 160 kg N·ha⁻¹. Pod wpływem dawki 120 kg N·ha⁻¹ odnotowano przyrost zawartości azotu-α-aminokwasowego w stosunku do kontroli o 8,9 mmol·kg⁻¹. Nawożenie azotem nie wpływało natomiast na zawartość kationów potasu i sodu w korzeniach.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, azot, plon, melasotwory

1. Introduction

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) with about 40% share in the worldwide annual sugar production is, after sugar cane, the second most important sugar crop. This crop plays also an important role in Poland. Cultivation is concentrated on achieving sugar beet with high sugar content and high technological value. However, these parameters are influenced by many factors, both internal, such as genetic features of sugar beet varieties, as well as external - tillage technology, soil condition and weather condition during the vegetation period. The strongest influence on sugar beet yielding have nitrogen fertilization (Gutmański, Nowakowski 1992, Grzebisz, Barłóg 2002, Ouda 2002, Laufer et al. 2016, Rajewski et al. 2008, Borówcza, Grześ 2002). Etemadi (2000) and O'shea et al. (2009) in their research studies have proven, that N fertilization increased yield and quality of sugar beet due to

improvement of nutritional status of plants and enhancing the biosynthesis of organic metabolites.

One of the most important role in sugar beet fertilization is the availability of nutrients with special reference to the critical periods of plant development. Nitrogen is undeniably one of the essential nutrients. Fertilization with this element can be made for both pre-sowing and top dressing application. Dividing the dose of nitrogen on pre-sowing and top dressing do not solve the problem due to spring droughts, which inhibit decomposition and relocation of fertilizer to the deeper soil layers (Stępień 2009). Nitrogen fertilization is the factor having the strongest impact on the height and quality of crops, since the changes in crops and technological quality of roots under the influence of nitrogen fertilization decide about the profitability of cultivation and yield of refined sugar. The size of nitrogen doses given in the literature are diverse and fall within a range of 100 and 140 kg N·ha⁻¹ (Sroller, Pulkrabek 1997, Wyszyński et al. 2002, Kucińska et al. 2004, Borówczak et al. 2006). Important aspect is also to choose of proper nitrogen form and optimize the applied nitrogen fertilizers to reduce their loses and protect the environment. One of the most important legal acts in this aspect is the Nitrates Directive that relates to protection of surface and underground waters from pollutions caused by nitrates with agricultural origin (Directive of 18 July 2001, Water law. Dz.U. of 2001 No 115 item 1229) (Borówczak et al. 2007).

By virtue of the long vegetation period of sugar beet lasting 180 - 190 day and introduced normative acts on the nitrogen fertilization, the key aspect is choice of proper form and dose of nitrogen. To investigate the influence of nitrogen form and its doses applied before sowing there was made an analysis of these factors influence on the yield and technological quality of sugar beet.

2. Material and Methods

Field research of the influence of nitrogen fertilization on the productivity of sugar beet was conducted with split-plot method in four replications with two factors: I - fertilizer form - ammonium nitrate and ammonium with amid; II - nitrogen dose - 0, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹. Research was carried out at the experimental station of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, on the soils classified as HaplicLuvisols (FAO WRB 2014) developed from sandy loam underlain by a sandy clay loam (soil texture - according to Polish classification of soil grain size distribution, PTG 2008, based on USDA). Agricultural suitability of these soils, was classified as class IIIb according to Polish soil valuation system, with slight acidity pH 6,1. Content of macronutrients in the soil was classified as medium

richness for phosphorus (13,4 - 14,6 P_2O_5 in $mg \cdot 100g^{-1}$ of soil) and potassium (16,6 - 17,7 K_2O in $mg \cdot 100g^{-1}$ of soil). Field research was carried out on the Tapir variety sown in the I decade of April. Mineral fertilizers were applied at doses of $80 kg \cdot ha^{-1} P_2O_5$ and $160 kg \cdot ha^{-1} K_2O$. The main criterion effect of analyzed factors was level of yielding - yield of roots and leaves, biological and technological yield of sugar, as well as technological quality of roots (sucrose content and melasogenic compounds). Roots yield was assessed from $4 m^2$ area from each experimental plot, while the parameters of technological value of roots - the content of sucrose and melasogenic compounds (cations K, Na and N - α - aminoacid) on the automatic line Venema. Biological yield of sugar was presented as a product of roots yield and sucrose content in roots, while technological yield of sugar was calculated according to Reinefeld's equation (1974):

$$\text{Technological yield of sugar (t} \cdot \text{ha}^{-1}) = \frac{\text{s yield (t} \cdot \text{ha}^{-1}) \times \text{white sugar expense (\%)}}{100\%}$$

Weather condition did not caused any essential disturbances in the vegetation of sugar beet, despite the year of research was characterized by the low precipitations. There were only 329 mm of annual precipitation, while for the long-term average it was 523,8 mm. During the vegetation period of sugar beet precipitation total were only 203,1 mm and were lower by 126,6 mm in compare to the long-term average. In each month were noted lower precipitation in compare to the long-term average: in April by 14,7 mm, in May by 30,3 mm, in July by 23,3 mm, in August by 56,1 mm, in September by 22,1 mm and in October by 12,3 mm. The only exception was June with precipitation higher by 13,8 mm in compare to the long-term average. During the vegetation of sugar beet the average temperatures in April, May and October were lower than temperatures in the long-term average. Temperatures higher than in the long-term average were noted in July, August and September.

Achieved results were analyzed statistically with the use of analysis of variance and Tukey's range test. To compare the averages the level of significance was set at $\alpha = 0,05$. Calculations were made in SAS 9.1 program.

3. Results and Discussion

Source literature highlights the importance of nitrogen fertilization in cultivation of sugar beet (Sroller, Pulkrabek 1997, Etemadi 2000, Horn and Fürstenfeld 2001, Grzebisz and Barłóg 2002, Wyszyński et al. 2002, Kucińska et al. 2004, Borówczak et al. 2006, Borówczak

et al. 2007, Laufer et al. 2016). The size of optimal doses are diverse and vary from 100 to 140 kg N·ha⁻¹, irrespectively of nitrogen form (Sroller, Pulkrabek 1997, Kucińska et al. 2004, Borówczak et al. 2006). In own research the form of nitrogen did not affected significantly the level of yielding and technological quality of sugar beet roots (Tab.1, Fig.1). On the other hand, there was proved significant influence of nitrogen dose. The highest yield of both roots and leaves was noted in 120 kg N ·ha⁻¹ and 160 kg N ·ha⁻¹ treatment. Roots yields under the influence of these doses were respectively 71,8 t·ha⁻¹ and 78,5 t·ha⁻¹, and leaves 16,3 t·ha⁻¹ and 20,5 t·ha⁻¹ (Tab.1). Sroller and Pulkrabek (1997) provide, that in the Czech Republic conditions the optimal doses of nitrogen are within a range of 120 – 150 kg N·ha⁻¹. Higher nitrogen doses reaching approximately 200 kg N·ha⁻¹ were optimal in research of Borówczak and Grześ (2002) on the cultivation of sugar beet in the sprinkling irrigation conditions. In the studies conducted by Mehran Salami and Samad Saadat (2013) in the climatic and soil conditions of Iran, nitrogen doses at the level of 285 kg N·ha⁻¹ also had a beneficial effect on the level of yielding. Also results achieved by Bahman Jafarnia et al. (2013) confirms, that with the increase of nitrogen dose from 100 to 200 kg N·ha⁻¹ the roots yield increases. Kucińska et al. (2004) after the use of nitrogen doses in the range of 60–180 kg N·ha⁻¹ observed higher roots yield by 38,18% – 65,70% in compare to non-fertilized plants. In own research the roots yield increased under the influence of 120 and 160 kg N·ha⁻¹ by 22,3% and 33,7% respectively, and leaves yield by 33,6% and 68,0% respectively in compare to non treated plants. The applied nitrogen doses were shaping also the biological and technological yield of sugar (Tab.1, Fig.1). Beneficial effect was noted only in dose of 160 kg N·ha⁻¹. Biological sugar yield increased by 22,3% in compare to non fertilized plants and by 23,8% in compare to dose of 80 kg N·ha⁻¹. Similar relation was noted also for technological yield of sugar, which increased by 25,6% in compare to control and by 27,4% in compare to dose of 80 kg N·ha⁻¹.

Nitrogen fertilization affected also the technological quality of roots (Tab.2, Fig.1). In own research the sucrose content significantly decreased with the increase in doses of nitrogen fertilizers. Dose of 120 kg N·ha⁻¹ affected the decrease in sucrose content in actual values by 0,9%, and dose of 160 kg N·ha⁻¹ by 1,5% in compare to non fertilized plants. Dose of 160 kg N·ha⁻¹ in compare to dose of 80 kg N·ha⁻¹ also decreased this parameter in actual values by 0,9%. Similar results were obtained by Leilah et al. (2005), where the sucrose content decreased due to the nitrogen fertilization - nitrogen dose increase from 150 to 250 kg N·ha⁻¹ decreased the content of sucrose in relative value by 4,99% - 7,53%. Hassanin and

Elayas (2000) suggest that sugar beet over-fertilization with more N than needed for maximum sucrose production, may decrease the sucrose content. Essential for optimum yield is a proper N supply, while its excess may led to an increase in yield of roots with lower sucrose content. Yield increase with applied N was observed but the content of sucrose and recoverable sugar yield per ha were significantly decreased with the increase in N level (Lauer 1995, Horn and Fürstenfeld 2001).

Table 1. Influence of nitrogen fertilization on the productivity of sugar beet

Dose (B) (kg N·ha⁻¹)	0	80	120	160	Mean (A)
Form (A)					
Roots yield (t·ha⁻¹)					
Ammonium nitrate	58,4	58,6	70,0	82,6	67,4
Amid + ammonium	59,1	61,7	73,6	74,4	67,2
Mean (B)	58,7	60,1	71,8	78,5	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 10,58 LSD (AxB) n.s.					
Leaves yield (t·ha⁻¹)					
Ammonium nitrate	12,2	12,5	13,3	19,5	14,4
Amid + ammonium	12,1	16,1	19,4	21,5	17,3
Mean (B)	12,2	14,3	16,3	20,5	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 4,74 LSD (AxB) n.s.					
Biological sugar yield (t·ha⁻¹)					
Ammonium nitrate	12,0	11,7	13,9	15,9	13,4
Amid + ammonium	12,7	12,7	14,8	14,3	13,6
Mean (B)	12,3	12,2	14,3	15,1	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 2,27 LSD (AxB) n.s.					
Technological sugar yield (t·ha⁻¹)					
Ammonium nitrate	10,4	10,2	12,3	14,3	11,8
Amid + ammonium	11,0	11,0	13,2	12,7	12,0
Mean (B)	10,7	10,6	12,7	13,5	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 2,27 LSD (AxB) n.s.					

Nitrogen fertilization significantly modified also the content of technologically harmful compounds, mainly N- α -amino acid. Influenced by dose of 120 kg N·ha⁻¹ the increase of this melasogenic substance was noted in compare to the control by 8,9 mmol·kg⁻¹ and in compare to dose 80 kg N·ha⁻¹ by 6,6 mmol·kg⁻¹. Similarly, Mehran Salami and Samad Saadat (2013) stated, that dose of 285 kg N·ha⁻¹ affected the increase in the content of alpha-amino acid nitrogen in compare to dose of 143 kg N·ha⁻¹, from 3,61 to 4,75 mmol·100g⁻¹. Different forms and doses 80 - 160 kg N·ha⁻¹ did not have proved influence on the content of potassium and sodium cations.

Table 2. Influence of nitrogen fertilization on the technological quality of roots

Dose (B) (kg·ha⁻¹)	0	80	120	160	Mean (A)
Form (A)					
Sucrose content (%)					
Ammonium nitrate	20,4	20,0	19,9	19,3	19,9
Amid + ammonium	21,4	20,6	20,1	19,5	20,4
Mean (B)	20,9	20,3	20,0	19,4	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 0,85 LSD (AxB) n.s.					
α-amino acid N (mmol·kg⁻¹)					
Ammonium nitrate	19,3	18,1	20,8	21,9	20,0
Ammonium+amid	14,0	19,9	30,3	20,6	21,2
Mean (B)	16,7	19,0	25,6	21,2	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 6,29 LSD (AxB) n.s.					
Potassium cations (mmol·kg⁻¹)					
Ammonium nitrate	45,6	42,0	44,5	40,4	43,1
Amid + ammonium	47,1	49,4	41,7	36,3	43,6
Mean (B)	46,4	45,7	43,1	38,4	-
LSD (A) n.s. LSD (B) n.s. LSD (AxB) n.s.					
Sodium cations (mmol·100g⁻¹)					
Ammonium nitrate	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6
Amid + ammonium	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6
Mean (B)	0,6	0,7	0,5	0,6	-
LSD (A) n.s. LSD (B) n.s. LSD (AxB) n.s.					

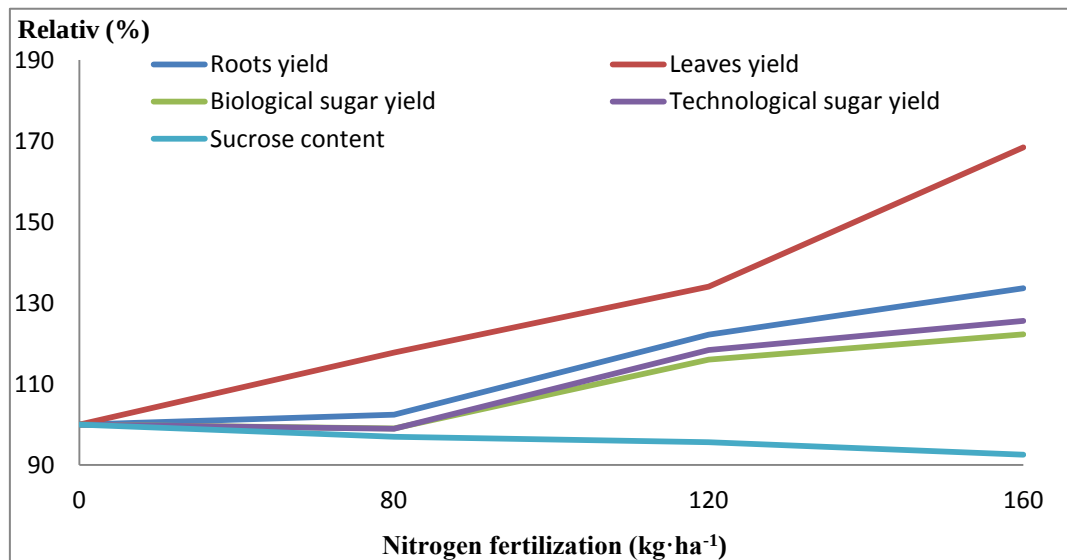


Fig. 1. Influence of nitrogen fertilization on percentage changes of selected parameters in relation to non-fertilized plants

4. Conclusion

1. Nitrogen fertilization of sugar beet was shaping the level of roots and leaves yields. The highest yields of roots and leaves were influenced by dose of 120 and 160 kg N ·ha⁻¹. Roots yields under these doses were respectively 71,8 t·ha⁻¹ and 78,5 t·ha⁻¹, and leaves 16,3 t·ha⁻¹ and 20,5 t·ha⁻¹.
2. Nitrogen fertilization at the dose of 160 kg N ·ha⁻¹ affected the increase in biological and technological sugar yield, respectively by 22,3% and 25,6% in compare to non-fertilized plants and by 23,8% and 27,4% in compare to dose of 80 kg N ·ha⁻¹.
3. Nitrogen fertilization differentiated also the technological quality of roots - the content of sucrose and so-called technologically harmful compounds. Sucrose content decreased with the increase of nitrogen fertilizers doses by 0,9% in 120 kg N·ha⁻¹ and by 1,5% in 160 kg N·ha⁻¹ in compare to non-fertilized plants. There was noted also increase in alpha-amino acid nitrogen at a dose of 120 kg N·ha⁻¹ by 8,9 mmol·kg⁻¹ in compare to control. Analyzed factors did not have the proven influence on the potassium and sodium cations content.

References

- Bahman Jafarnia, Reza Ghorbani, Ahmad Zare Feizabady, Ali Reza Ghaemi, 2013. Impact of crop density and soil fertilization on sugar beet. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5, 24: 2991-2999.
- Borówczak F., Alaszkievicz M., Miłkowska A., 2007. Balance of nirtrogen in selected farms of święciechowa and wschowa communities. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52, 3: 15-18.
- Borówczak F., Grobelny M., Kołata M., Zieliński T., 2006. The influence of nitrogen fertilization on yields and quality of sugar beet roots. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51, 3: 11-15.
- Borówczak F., Grześ S., 2002. Wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plon korzeni i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików* 222: 203-213
- Etemadi A.M.A., 2000. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of sugar beet in green house. *Journal of Agricultural Research* 78: 759–767.
- FAO WRB 2014. World Reference Base for Soil Resources. 2014. FAO, SRIC, ISSS. Rome. PTG 2015.

Grzebisz W., Barłóg P., 2002. Principles of fertilization. Contemporary beet production. Poznań 20–28, 62–85.

Gutmański I., Nowakowski M., 1992. Possible reductions in spring soil tillage and N rates in sugar beet production. Proceedings Conference, Polish Academy of Sciences, ATR Olsztyn: 187–192.

Hassanin M.A., Elayas S.E.D., 2000. Effect of phosphorus and nitrogen rates and time of nitrogen application on yield and juice quality of sugar beet. Journal of Agricultural Science. Mishigan Univ. 25: 7389–7398.

Horn D., Fürstenfeld F., 2001. Nitrogen fertilizer recommendation for sugar beet according to the EUF soil testing system. In: Horst W.J., Schenk M.K., Bürkert A., Claassen N., Flessa H., Frommer W.B., Goldbach H., Olf H.W., Römhild V., Sattelmacher U., Schmidhalter S., Schubert N.V., Wirén B. and Wittenmayer L. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. Plant Nutrition 92: 746–747.

Kucińska K., Artyszak A., Ostrowska D., 2004. Effectiveness of sugar beet (*Beta vulgaris altissima* Doll) fertilization with different kinds of organic manure and various doses of mineral nitrogen. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 234: 165–170.

Lauer J.G., 1995. Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. Agronomy Journal 87: 586–591.

Laufer D., Nielsen O., Wilting P., Koch H.-J., Märlander B., 2016. Yield and nitrogen use efficiency of fodder and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in contrasting environments of northwestern Europe. European Journal of Agronomy 73: 124–132.

Leilah, A.A., Badawi M.A., Said E. M., Ghonema M.H. and Abdou M.A. E., 2005. Effect of Planting Dates, Plant Population and Nitrogen Fertilization on Sugar Beet Productivity Under the Newly Reclaimed Sandy Soils in Egypt. Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences) 6, 1 1426: 96–110.

Mehran Salami and Samad Saadat, 2013. Study of potassium and nitrogen fertilizer levels on the yield of sugar beet in jolge cultivar. Journal of Novel Applied Sciences 2, 4: 94–100.

O'shea, C.J., Lynch B., Lynch M.B., Callan J.J. and O'Doherty J.V., 2009. Ammonia emissions and dry matter of separated pig manure fractions as affected by crude protein concentration and sugar beet pulp inclusion of finishing pig diets. Agriculture, Ecosystems and Environment 131: 154–160.

Ouda M.M.S., 2002. Effect of nitrogen and sulphur fertilizers levels on sugar beet in newly cultivated sandy soil. Zagazig Journal of Agricultural Research 29: 33–50.

Rajewski J., Zimny L., Kuc P. 2008. Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1: 109–116.

Reinefeld E., Emmerich A., Baumgarten G., Winner C., Beiß U., 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. *Zucker* 27: 2–15.

Sroller J., Pulkrabek J., 1997. Zasady technologii uprawy buraka cukrowego zmierzające do większego wykorzystania potencjalnej wysokości plonów w warunkach Republiki Czeskiej. W: *Postęp w uprawie buraka cukrowego i jakości korzeni*. SGGW Warszawa 1997 :49-58.

Stępień A. 2009. Możliwości uprawy buraka cukrowego oraz jego plonowanie w warunkach Polski północno-wschodniej na tle zachodzących zmian klimatycznych. *Ann. UMCS, Sect. E.* 64: 107–113.

Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. *Dz. U.* z 2001 r. Nr 115, poz. 1229.

Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Laudański Z., Gozdowski D., 2002. Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 222: 231-238.

Influence of fungicides sequence on the productivity of potato varieties with different level of tolerance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary and variety earliness

***Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marta Jurga⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Izabela Gołqb-Bogacz⁽¹⁾,
Martin Kaluża⁽¹⁾***

¹Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland
Małgorzata Wilkosz: malgorzata.wilkosz@upwr.edu.pl

Summary

The most important and at the same time the most dangerous disease is potato blight, caused by fungous organism *Phytophthora infestans*. During storage and in the next season tubers become the sources of infection. The aim of conducted research study was to assess the variety tolerance to *P. infestans* with the use of chemical potato protection against this pathogen. Field research was set out in the randomized blocks design, where the effectiveness of different fungicide protection were used on 4 potato varieties from different earliness groups: early and moderately early. During vegetation the observations were made on the infestation by this pathogen according to commonly used 9° scale. On the plots treated with chemicals lower infestation was noted and plants produced higher marketable tubers yield and higher content of dry weight and starch.

Keywords: potato, potato blight, yield, starch, dry matter

Wpływ sekwencji fungicydów na produktywność odmian ziemniaka o różnym poziomie tolerancji na *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary i wczesności odmiany

Streszczenie

Najważniejszą i jednocześnie najgroźniejszą chorobą jest zaraza ziemniaka, wywoływana przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans*. Pierwszymi objawami są wodniste plamy na liściach. Następnie powoduje zamieranie części nadziemnych roślin oraz pogorszenie jakości i plonu bulw. W trakcie przechowywania i w kolejnych sezonach wegetacyjnych bulwy stają się źródłem infekcji. Celem przeprowadzonego doświadczenia było określenie wpływu tolerancji odmiany na *P. infestans* stosując chemiczne sposoby ochrony ziemniaka przed tym patogenem. Ścisłe doświadczenie polowe zostało założone metodą losowanych bloków, w którym badano skuteczność różnych wariantów ochrony fungicydowej 4 odmian ziemniaka z różnych grup wczesności: wczesne i średnio wczesne. Podczas wegetacji prowadzono obserwacje porażenia przez patogena według powszechnie stosowanej 9° skali. Na poletkach objętych ochroną chemiczną zanotowano zmniejszenie porażenia, a rośliny wykształciły wyższe plony bulw handlowych oraz wyższą zawartość suchej masy i skrobi.

Słowa kluczowe: ziemniak, zaraza ziemniaka, plon, skrobia, sucha masa

1. Introduction

Potato cultivation requires comprehensive protection to limit the losses caused by presence of the agrophages, which have survived in tubers or other plant wastes left in the soil (Zarzycka, Sobkowiak 2013). The most dangerous among diseases is potato blight caused by the fungous organism *Phytophthora infestans*. This is a disease with the highest economic influence - losses may reach up to 70-100% (Kapsa 2001, Sawicka, Kapsa 2001). During vegetation this disease leads to dieback of aboveground part of plants and decreases the tubers

health. During storage and in the next growing seasons these tubers become the sources of infection (Kryczyński, Weber 2011). Important quality characteristics in processing are yield and its structure (Nowacki 2002, 2006). To reduce the infestation care should be taken to efficient and effective protection based on the selection of proper methods according to principles of Integrated Pest Management. Basic objective in this method is to use non-chemical ways in the first place before any other treatments and implementation of chemical methods when the economic damage threshold is exceeded. One of the main method to limit the potato blight is the use of genetic features determining the tolerance to this disease in varieties (Gruczek 2004, Mazur et al. 1993, Sawicka 2005).

The aim of this study was to assess the influence of potato varieties genotype with diverse tolerance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary combined with different methods of chemical protection against this pathogen.

2. Materials and Methods

Field research was carried out in vegetative season of 2016, in climatic conditions of Silesian Lowland, on brown earths with nutrients content P_2O_5 26,2 mg/100g, K_2O 23,7 mg/100g, Mg 8,9 mg/100g and pH 6,1. Field research was set out in the randomized blocks design with two factors in four replications. The first factor was the method of protection against potato blight: chemical protection with dominance of contact mode of action preparations, chemical protection with dominance of systemic and translaminar mode of action preparation and control plots without chemical treatment (tab.1). Second factor were 4 varieties of two earliness groups and diverse level of tolerance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary: Queen Anny (tolerance 4) and Lilli (5) - early varieties, and Cekin (4) and Tajfun (5) - moderately early varieties.

During vegetation the protection treatment (tab. 1) was made according to Plant Protection Institute. First treatment was on 7 July, and next in 7-days intervals.

During vegetation the assessment on the potato blight infestation was made 6-fold with 7-days intervals on 20 plants from each plot according to 9° scale (EPPO PP 1/2 (4)), where 1 means no visible infestation and 9 is 100% infestation of all leaves by *P. infestans*. The evaluation was made on three levels within the plant: lower level 15-20 cm, medium level 20-40 cm and upper level 50-60 cm. On this basis the infestation index according to Townsend and Heuberger equation was calculated (Wenzel, 1948).

Table 1. Scheme of plant protection

Protection treatment	Active ingredients	Mode of action
I - no chemical protection	-	-
II - option with dominance of contact action preparations	1. mancozeb 2. mancozeb 3. propamocarb hydrochlorine + fenamidone 4. mancozeb	1. contact 2. contact 3. systemic and translaminar 4. contact
III - option with dominance of systemic and translaminar action preparations	1. propamocarb hydrochlorine + fenamidone 2. mancozeb 3. propamocarb hydrochlorine + fenamidone 4. propamocarb hydrochlorine + fenamidone 5. mancozeb	1. systemic and translaminar 2. contact 3. systemic and translaminar 4. systemic and translaminar 5. contact

During harvest was assessed the main yield and the unified samples were collected from each plot of weight approx. 10 kg each to determine the percentage structure of yield with the following fractions: below 4 cm, 4-5 cm, 5-6 cm, above 6 cm. Moreover, in tubers were determined the content of dry weight by using the dry oven test and starch content with the use of Reinmann-Parow balance. Results were analyzed statistically with the use of analysis of variance at the significance level of $\alpha = 0,05$.

In the growing season 2016 the average monthly temperature was higher by 1,5°C compare to long-term average (Fig.1). The highest average temperature was noted in July - 20°C that was higher by 3°C than in long-term average. In the analyzed vegetation period the average sum of precipitation were higher to the same period in the long-term average. The only exception was August, where the precipitation was lower by 20 mm than in the long-term average. The highest precipitation took place in July - 110 mm and were by 20 mm higher than those from the long-term average.

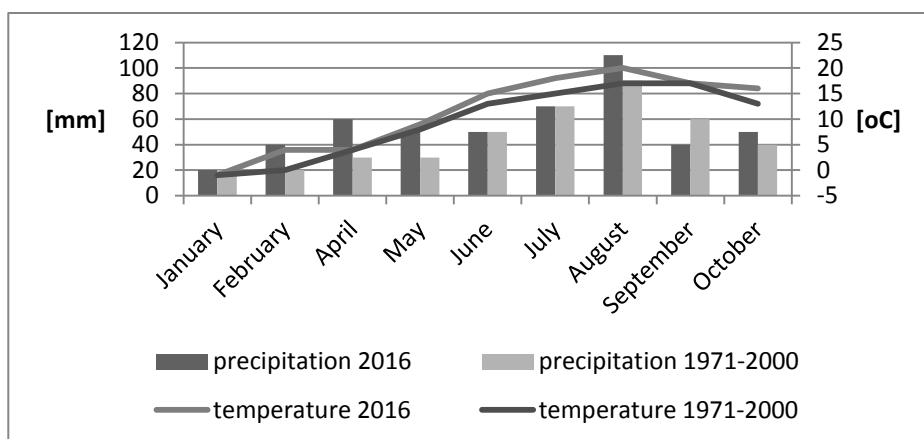


Fig. 1. Temperature and precipitation in vegetative season 2016

3. Results and Discussion

According to Kapsa (2011) protection carried out properly shall be based on the monitoring of plantation to determine the date of first treatment and the sequence of following fungicide treatments. A study of Kapsa and Bernat (2012) found that the highest effectiveness in protection against potato blight had preparations with systemic and translaminar mode of action. Restricting the development of potato blight is depended not only on the performed protection, but also on the weather conditions during vegetation. Plich et al. (2015), Plich and Tatarowska (2012) stated, that selection of varieties characterized by high tolerance to *P. infestans* is the key component affecting the plants infestation and potato productivity. In own research the development of potato blight differed within the protection treatments (Fig.2-Fig.4) and within the varieties (Fig.5-Fig.8). First symptoms occurred on the lowest leaves in the I decade of July on the chemically non-treated objects (control). On these plants spreading of the disease was the most intensive and the exceeding of 50% threshold took place in the III decade of July. This threshold is a value describing the decrease of tubers yield weight increase (Bernat, Osowski 2010, Osowski 2010). Protection based on the dominance of preparations with systemic and translaminar mode of action affected the delay in the date of ending the tubers growth by approx. 7 days in compare to treatment with preparation with contact mode of action. The level of infestation depended on the varieties tolerance to *P. infestans*. First symptoms of infestation were observed on 13th July on plants of Lilli variety, despite these plants together with Tajfun variety showed the lowest infestation. On the other hand, the strongest infestation was in Qeen Anny and Cekin varieties that are characterized by the lower tolerance to *P. infestans*. The earliest pathogen appearance was noted on the lowest leaves in level 15-20 cm. Use of the chemicals delayed the disease occurrence. But leaves of the lower level were characterized with highest infestation level during all vegetation period that leaves

from medium and upper level. Potato blight infestation of leaves from medium and upper level was independent of diverse varieties tolerance and protection treatments.

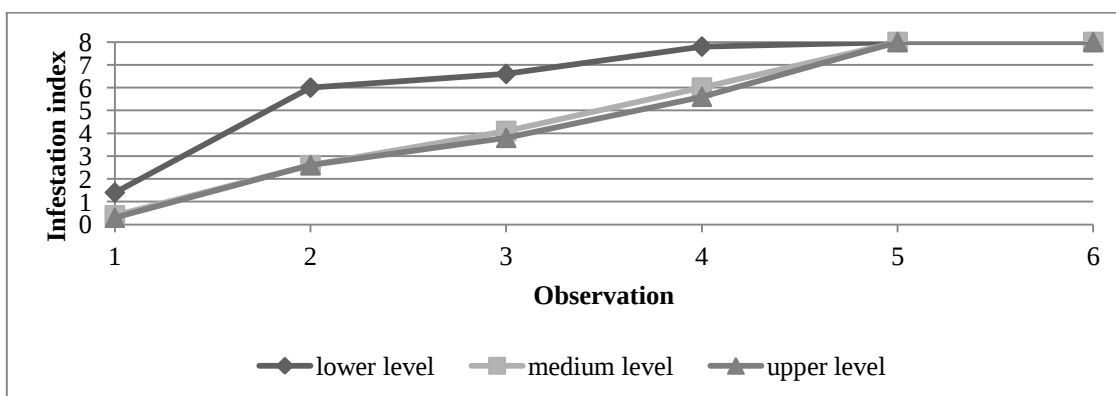


Fig. 2. Infestation of different levels of potato by *P. infestans*. Control plants without chemical protection

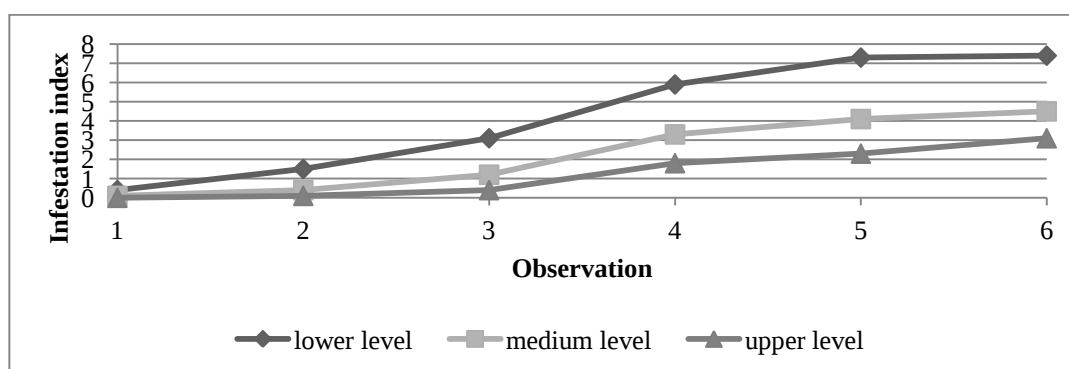


Fig. 3. Infestation of different levels of potato by *P. infestans*. Plants treated with preparations with contact mode of action

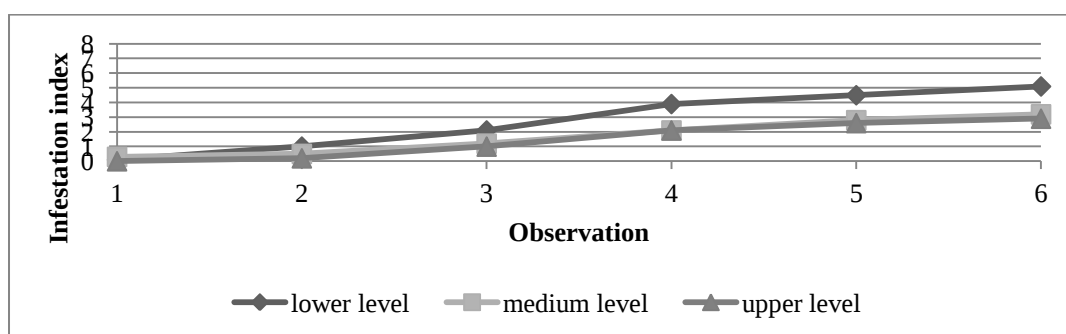


Fig. 4. Infestation of different levels of potato by *P. infestans*. Plants treated with preparations with systemic and translaminar mode of action

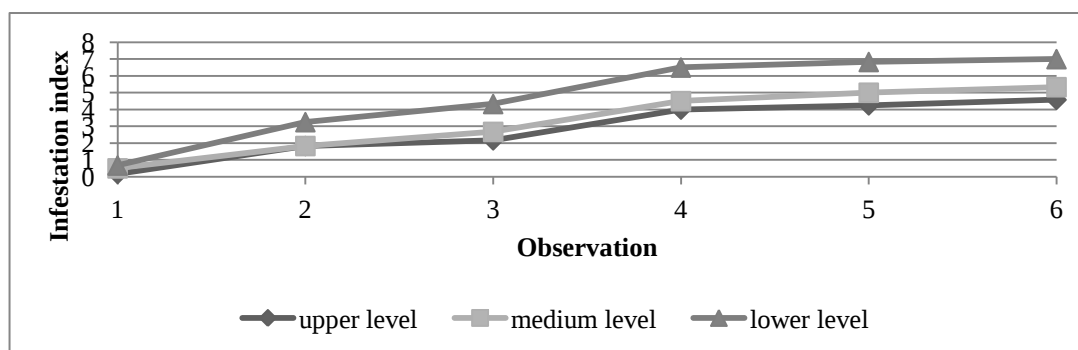


Fig. 5. Infestation of different levels of potato by *P. infestans* in Queen Anny variety

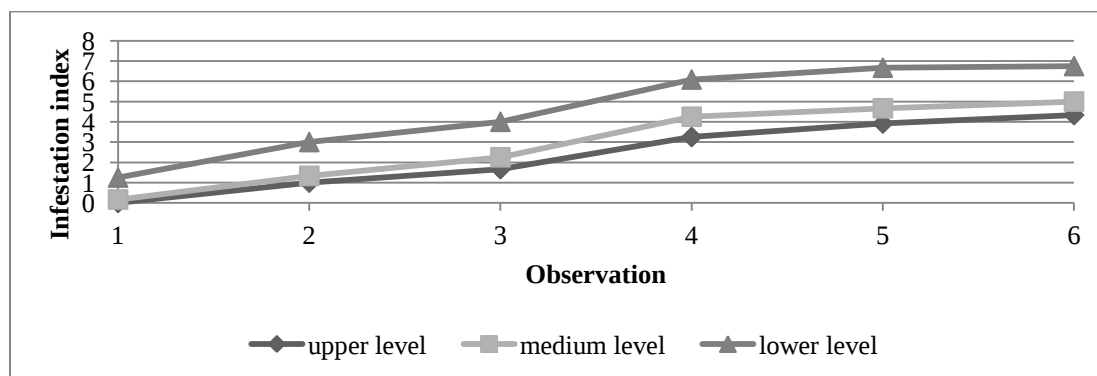


Fig. 6. Infestation of different levels of potato by *P. infestans* in Lilli variety

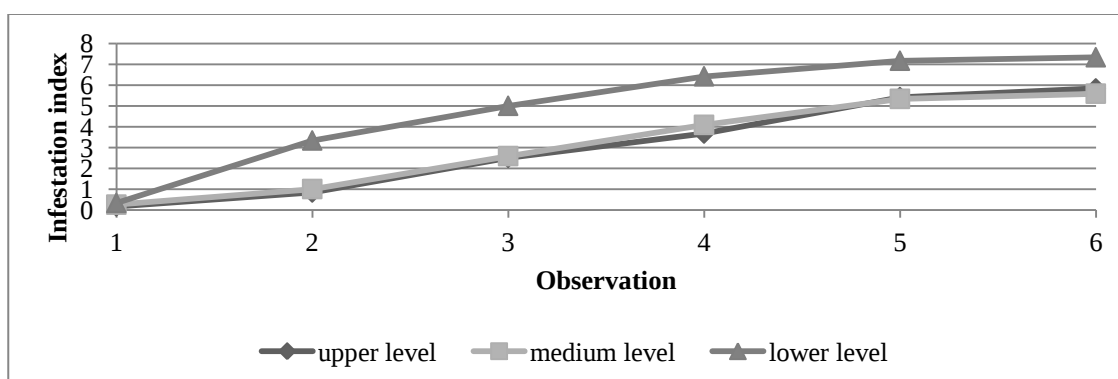


Fig. 7. Infestation of different levels of potato by *P. infestans* in Cekin variety

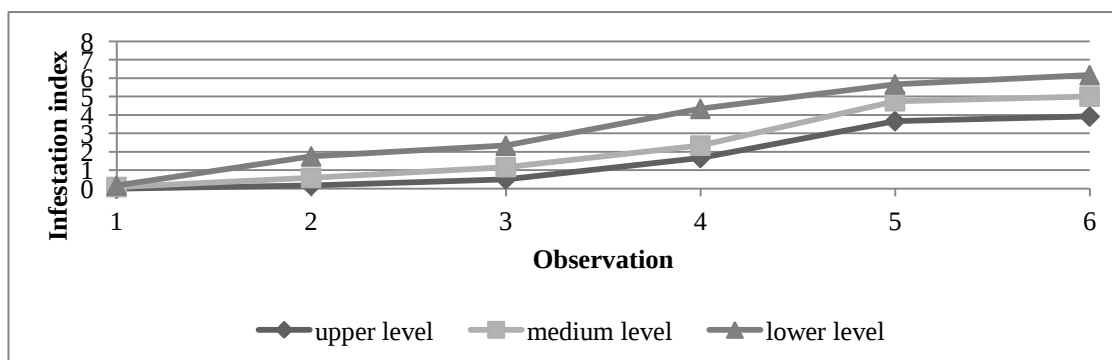


Fig. 8. Infestation of different levels of potato by *P. infestans* in Tajfun variety

Irrespective of the protection treatment and variety genotypes the potato yield exceeded $30,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Protection treatments had a significant influence on the yield (Tab.2): the highest $39,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ was noted in preparations with systemic and translaminar mode of action, the lowest in non-treated plants - $30,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. There was no significant difference between preparations with contact mode of action and systemic and translaminar mode of action. Research of Zarzyńska and Goliszewski (2013) shows that protection treatment affects the yield - protection increased the yield up to $37,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, while without the fungicide yield reached only $29,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. In the literature many researchers indicate the influence of genotype on yielding. Krzysztofik et al. (2009) found the differences in varieties yielding in size of $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Similar correlation of yielding was also noted in own study. The highest yield was produced by varieties Tajfun $39,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and Queen Anny - $38,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Cekin variety reached the yield of $34,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, and the lowest was noted in Lilli variety $31,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Protection with dominance of fungicides with systemic and translaminar mode of action led to yield increase in 3 varieties Queen Anny, Lilli and Tajfun, while in Cekin there was no response on this treatment. Protection with the dominance of contact mode of action did not significantly differ the yield within varieties.

Table 2. Influence of protection treatment on yielding of varieties

Object	Variety				Mean (A)
	Queen Anny	Lilli	Cekin	Tajfun	
Control	29,8	27,6	32,6	33,0	30,8
I protection treatment	40,9	32,8	34,8	41,7	37,9
II protection treatment	44,4	34,4	36,6	43,0	39,2
Mean (B)	38,4	31,6	34,7	39,2	

LSD_{0,05} (A) 2,24

LSD_{0,05} (B) 2,59

LSD_{0,05} (AxB) 4,48

Protection treatments modified not only yielding, but also the tuber size, that means the share of different fractions. The highest share of marketable fraction (Tab.3), including tubers of size exceeding 40 mm was noted in protection with dominance of preparations with systemic and translaminar mode of action and reached 90%. On the other hand, the lowest

marketable yield was observed in system without chemical protection and was at the level of 85%. Chemical protection increased the number of tubers with diameter >60 mm by 21% in preparation with the dominance of contact mode of action and by 40% with the dominance of systemic and translaminar mode of action in compare to no chemical protection. Zarzyńska and Goliszewski (2013) stated less beneficial yield structure on the objects without chemical protection in compare to treatment.

Table 3. Percentage share of tubers in different fraction dependent on the protection treatment

Object	% share of tubers with diameter			
	above 60 mm	50-60 mm	40-50 mm	below 40 mm
Control	23,3	29,2	32,5	15,0
I protection treatment	28,2	29,4	27,7	14,7
II protection treatment	32,8	31,0	25,9	10

Percentage share of selected fraction depended on the varieties genotype. Influence of varietal characteristics on the yield structure was confirmed by study of Pszczółkowski and Sawicka (2003). Zarzyńska and Wroniak (2007), Krzysztofik et al. (2009) and Zarzecka et al. (2013) indicate significant influence of variety on the shaping of tubers size below 40 mm. In own research the highest share of marketable tubers was found in varieties Lilli 88,6%, Cekin 88,1% and Tajfun 87,9% (Tab. 4). The lowers number of tubers with size above 40 mm was obtained in Queen Anny variety - approximately by 6% less than in other varieties, and the tubers with the lowest size (below 40 mm) in Queen Anny variety reached 17,7% of total yield, while in other varieties were at the level of approx. 12%.

Table 4. Percentage share of tubers in different fractions dependent on the variety

Object	% share of tubers with diameter			
	above 60 mm	50-60 mm	40-50 mm	below 40 mm
Queen Anny	15,8	30,9	35,5	17,7
Lilli	38,1	25,8	24,6	11,4
Cekin	26,9	34,5	26,9	11,9
Tajfun	31,7	28,3	27,6	12,1

Also the influence of protection on the dry weight and starch content was analyzed. The content of dry weight was significantly modified by both protection treatment and varietal characteristics (Tab.5). The highest content of dry weight was in plants treated with preparations with the dominance of systemic and translaminar mode of action. No treatment decreased the content of dry weight by 2,3%. Tajfun variety had the highest dry weight 24,2% and the lowest was noted in Lilli variety 17,4%. In conducted study the interaction between varietal genetic characteristics and protection treatment was noted. In Tajfun variety none of treatments influenced the content of dry weight. In other varieties the content of dry weight was affected by treatment with preparations with systemic and translaminar mode of action. Only in Queen Anny variety protection with the dominance of fungicides with contact mode of action differed the content of dry weight.

Table 5.Content of dry weight

Object	Variety				Mean (A)
	Queen Anny	Lilli	Cekin	Tajfun	
Control	15,4	16,3	20,7	23,9	19,1
I protection treatment	19,7	17,7	21,2	23,8	20,6
II protection treatment	18,6	18,4	23,8	25,1	21,4
Mean (B)	17,8	17,4	21,9	24,2	

LSD_{0,05} (A) 0,80

LSD_{0,05} (B) 0,93

LSD_{0,05} (AxB) 1,61

The level of starch content was modified by the protection treatment, as well as by variety (Tab.6). The highest starch content was produced by plants treated with preparation with the dominance of systemic and translaminar mode of action -14,1%. Treatment with preparations with the dominance of contact mode of action did not influence the starch content. Among the varieties the highest starch content was noted in Tajfun - 16,9% and Cekin - 14,5%. Early varieties Queen Anny and Lilli had the lowest starch content - 10,7%. No interaction between the varietal genotype and the protection treatment was found. Significance of variety selection is highlighted also by Zarzyńska and Wroniak (2007) and Wierzbicka (2012).

Table 6. Starch content

Object	Variety				Mean (A)
	Queen Anny	Lilli	Cekin	Tajfun	
control	10,0	10,0	13,9	16,7	12,6
I protection treatment	10,6	11,0	13,5	16,7	12,9
II protection treatment	11,7	11,2	16,1	17,5	14,1
Mean (B)	10,7	10,7	14,5	16,9	

LSD_{0,05} (A) 0,70

LSD_{0,05} (B) 0,80

LSD_{0,05} (AxB) n.s.

4. Conclusions

1. Dominance of preparations with systemic and translaminar mode of action effected better potato productivity.
2. Level of plants infestation was modified by both protection treatment and varietal characteristics. Lilli and Tajfun varieties are characterized by better tolerance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in compare to Queen Anny and Cekin, what expressed in lower infestation level.
3. Protection treatments also expressed in shaping the yield and in the share of big tubers in the yield structure. Varieties treated with dominance of preparations with systemic and translaminar mode of action were characterized by higher yield and share of tubers above 40 mm in compare to other varieties.
4. Protection treatment together with the varieties characteristics affected the content of dry weight and starch. There was significant interaction in shaping of the dry weight content, while in starch such interaction was not found.

References

- Bernat E., Osowski J., 2010. Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. Biuletyn IHAR 256: 153-162.
- EPPO, 2008. PP 1/2 (4): Ocena skuteczności fungicydów, Zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*). Biuletyn 38: 268-271.

Gruczek T., 2004. Chemiczne i mechaniczne zwalczanie chwastów w ziemniakach oraz wpływ na jakość plonu. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roslin, 44 (2): 715-717.

Gruczek T., 2004. Przyrodnicze i agrotechniczne aspekty uprawy ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Nr 500: 31-44.

Kapsa J., 2011. Problem zwalczania zarazy na plantacjach ziemniaka w Polsce. Ziemniak Polski 3: 23-29.

Kapsa J., Bernat E., 2012. Porównanie skuteczności wybranych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą w zróżnicowanych warunkach pogodowych. Progress in Plant Protection 52(4): 1020-1026.

Kapsa J., 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans*/Mont./de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 11: 7-10.

Krzysztofik B., Marks N., Baran D., 2009. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza 5, 123-129.

Kryczyński S., Weber Z.(ed.), 2011. Fitopatologia tom 2 Choroby roślin uprawnych. PWRiL, Poznań: 233-237.

Mazur T., Mineev M. V., Derbeczeni B. 1993. Nawożenie w rolnictwie biologicznym. Wyd. ART. Olsztyn: 139.

Nowacki W., 2002. Parametry jakości ziemniaka konfekcjonowanego – genetyczne i środowiskowe ich uwarunkowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 335-346.

Nowacki W., 2006. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 429-439.

Osowski J., 2010. Tempo szerzenia zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) odmian w latach 2005–2007 zależnie od warunków klimatycznych i odporności. Biuletyn IHAR 255: 109-118.

Plich J., Tatarowska B., Flis B., 2015. Ocena wybranych polskich odmian i klonówhodowlanych ziemniaka pod względem poziomu odporności na *Phytophthora infestans* oraz przydatności do upraw ekologicznych. Progress in Plant Protection 55(4): 452-457.

Plich J., Tatarowska B., 2012. Odporność odmian ziemniaka na *Phytophthora infestans* jako ważny element integrowanej ochrony upraw ziemniaka. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (2): 385-390.

Pszczółkowski P., Sawicka B., 2003. Produkcyjność bardzo wczesnych odmian ziemniaka uprawianych pod osłonami cz. I. Plon i jego struktura. Acta Sci. Pol. Agricultura 2(2): 61-72.

Wenzel H., 1948. Zur Erfassung des Schadenausmasses in Pflanzenschutzversuchen. Pflanzenschutz – Ber. 15: 81–84.

Sawicka B., Kapsa J., 2001. Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development. Potato Res. 44 (3): 303-304.

Sawicka B., 2005. Terminy pojawiania się i rozwoju *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary w zmiennych warunkach pola uprawnego. Acta Agrophysica 6(2): 537-547.

Wierzbicka A., 2012. Wpływ odmiany, nawożenia azotem i terminu zbioru na zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaków wczesnych. Fragn. Agron. 29(2): 134-142.

Zarzycka H., Sobkowiak S., 2013. Historia badań nad porażeniem w Polsce ziemniaków przez *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Monografie i rozprawy naukowe 44, pp. 78.

Zarzyńska K., Goliszewski W., 2013. Reakcja kilku odmian ziemniaka na uprawę w systemie ekologicznym. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 58(4): 246-250.

Zarzyńska K., Wroniak J., 2007. Różnice w jakości plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 52(4): 108-113.

Influence of natural and foliar fertilization with boron on yielding and technological quality of sugar beet

Małgorzata Wilkosz⁽¹⁾, Marcin Siejka⁽¹⁾, Małgorzata Cieciora⁽¹⁾, Martin Kaluža⁽¹⁾, Izabela Gołqb-Bogacz⁽¹⁾

¹Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland
Małgorzata Wilkosz: malgorzata.wilkosz@upwr.edu.pl

Summary

Field research on the influence of natural fertilization and foliar fertilization with boron on yielding and technological quality of sugar beet was set out by split-plot method in 3 replications, where tested factors were: I - manure at a dose of 37 t·ha⁻¹ and without its application, II - foliar fertilization with boron at a dose of 1 and 2 kg B·ha⁻¹. Manure fertilization increased roots yield by 5 t·ha⁻¹ in compare to no fertilization, while boron fertilization with 1 and 2 kg B·ha⁻¹, respectively by 17 and 21,2 t·ha⁻¹ in compare to non-fertilized plants. Significant increase in sucrose, N- α -amino acid and potassium cations content was noted in boron fertilization. With the increase of the dose of boron there was observed an increase in sucrose content, which real values grew in comparison to control by approx. 1% after the treatment with both 1 kg B·ha⁻¹ and 2 kg B·ha⁻¹.

Keywords: sugar beet, natural fertilization, boron

Wpływ nawożenia organicznego i dolistnego nawożenia borem na plonowanie i jakość technologiczną buraka cukrowego

Streszczenie

Ścisłe doświadczenie polowe nad wpływem nawożenia naturalnego i dolistnego nawożenia borem na plonowanie i jakość technologiczną buraka cukrowego założono metodą „split-plot” w 3 powtórzeniach, a badanymi czynnikami były: I - obornik w dawce 37 t·ha⁻¹ i bez obornika, II - dolistne nawożenie borem w dawce 1 i 2 kg B·ha⁻¹. Nawożenie obornikiem przyczyniło się do wzrostu plonu korzeni o 5 t·ha⁻¹ w porównaniu do braku nawożenia. Wzrost plonu korzeni odnotowano także po zastosowaniu 1 i 2 kg B·ha⁻¹ odpowiednio o 17 i 21,2 t·ha⁻¹ w odniesieniu do roślin niedokarmianych. Nawożenie obornikiem nie różnicowało zawartości sacharozy, kationów potasu i sodu oraz azotu- α -aminokwasowego w korzeniach buraka cukrowego. Odnotowano natomiast istotne przyrosty zawartości sacharozy, azotu- α -aminokwasowego oraz kationów potasu pod wpływem nawożenia borem. Zawartość sacharozy wzrastała wraz ze wzrostem dawki nawożenia borem w wartościach rzeczywistych w porównaniu do kontroli o 0,9% po zastosowaniu 1 kg B·ha⁻¹ oraz o 1% po zastosowaniu 2 kg B·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, nawożenie naturalne, bor

1. Introduction

In the cultivation of sugar beet one of the most importance factor that affects obtaining high yields is fertilization. Only the proper contraction of organic and mineral fertilization gives the chance of successful cultivation (Adamiak and Adamiak 1996). Sugar beet is the plant with high nutritional requirements. In sugar beet production achieving the high yield with good quality depends not only on the proper supply of macronutrients, such as nitrogen, phosphorus, potassium or magnesium, but also on the coverage of the requirements for micronutrients, such as boron, manganese or zinc (Wróbel 1999, Czuba 2000, Stanisławska-Głubiak, Korzeniowska 2007). In the conventional technology of sugar beet fertilization an important source of nutrients in the soil are natural fertilizers, especially manure (Maćkowiak,

Żebrowski 2000, Ceglarek, Buraczyńska 2002, Braunschweig, Orlovius 2002). Due to a comprehensive action of the physical, chemical and biological properties of soil, manure contributes to increase the effects of mineral fertilization. Natural soil fertility in nutrients is insufficient to cover the nutritional requirements of sugar beet, thus there is a need to supplement this crop by natural and mineral fertilizers, as well as use the foliar application of microelements. The need for the use microelements fertilizers decide not only the richness of the soil, but also the sensitivity of cultivated plant species on their deficiencies. Sugar beet is sensitive especially to the shortages of boron. Deficiencies of this microelement may intensify in the critical phases of development of this species leading to the decrease in the yield and its technological quality (Dordas et al. 2007, Hellal et al. 2009, Armin, Asgharipour 2012).

Microelements, as a components or enzymes activators, participate in many metabolic reactions and play an important physiological roles in plant (Stanisławska-Głubiak, Korzeniowska 2007). The lowest contents of boron are in cereals and range within 0,2 and 10 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, while the richest in this microelement are roots crops, such as beets or potatoes, where the content of boron may reach up to 60-70 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, but the most commonly content of this micronutrient is estimated at the level of 30 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Plants uptake boron in the form of H_2BO_3^- or in the form of undissociated molecules of boric acid. Sugar beet has high requirement due to boron (Tariq et al. 1993, Czaja-Prokop 2003, Javaheripour et al. 2005, Pospíšil et al. 2005, Gupta 2006, Kristek et al. 2006, Hellal et al. 2009, Armin, Asgharipour 2012, Artyszak 2014). This microelement is involved in stabilization of cytoplasmic membranes, in metabolism and transport of sugars and plays an important role in water management of plants (Czaja-Prokop 2003, Camacho-Cristóbal et al. 2008, Tripathi et. al. 2015). Its deficiency may impair the physiological processes in plants and hamper their productivity and growth (Camacho-Cristóbal et al. 2008, Gupta, Solanki 2013, Tripathi et. al. 2015). Boron fertilization is particularly important in crop rotations, where as components are used plants with high requirements due to boron, such as sugar beet and rape (Artyszak 2014). With the roots yield of 85 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ the maximum boron uptake by sugar beet is 0,25 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Fardeau et al. 2002).

According to performed analyses of micronutrients contents in soils the most deficit nutrient is boron, because over 80% of Polish soils is characterized by its low content (Lipiński 2013, Czuba 2000). Only the certain part of boron contained in the soil is directly accessible for plants. This amount usually does not exceed 5-6% of the total content of boron in the soil and sometimes is less than 1%. In view on this fact boron shall be delivered to the soil or in the form of foliar spraying since its deficit may lead to decrease in yield of sugar

beet roots even by 50% and to reduce the sugar content by 3-4% in compare to well nourished plants (Jaszczołt 1998, Grzebisz 2006).

To determine the effect of manure fertilization and foliar fertilization with boron there was analyzed the interaction of these factors on yielding and technological quality of sugar beet roots.

2. Materials and methods

Field research on the influence of natural fertilization and foliar fertilization with boron on the productivity of sugar beet was carried out with split-plot method in 3 replications, where tested factors were: I - manure at a dose of $37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and without its application, II - foliar fertilization with boron at a dose of 1 and $2 \text{ kg B} \cdot \text{ha}^{-1}$. Research was made on soil of IIIa class belonging to the good-wheat complex soil on the area of Opole voivodeship. Soil was characterized as medium fertile with pH 7,4.

The conducted analyses on the influence of manure fertilization and foliar fertilization with boron included roots yield, sucrose content and melasogenic compounds content (cations of potassium and sodium, as well as N- α -amino acid). In the year preceding the research in the autumn were applied mineral fertilizers NPK at a doses of $36 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $90 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $220 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ and manure at a dose of $37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. In the spring was applied nitrogen at a dose of $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Sowing with 6-rows seeder in distances of 45 cm between rows and 18 cm in row was made in I decade of April in depth of 3 cm. In the research was used Tapir variety - type normal-sugar, characterized by high tolerance to *Cercospora beticola* and rhizomania. Boron fertilizations were made once ($1 \text{ kg B} \cdot \text{ha}^{-1}$) in BBCH 15 or two times ($2 \times 1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) in BBCH 15 and BBCH 18 in the form of boron sulphate (containing 16% B, 1,8% N, 5,2% SO_3) dissolved in water.

The weather course in the year of research is shown on Figure 1. To compare the distribution of precipitation and the curve of temperature, data from research year were compared to values from the long-term average 1971-2014. Distribution of precipitation was diverse in the following months of sugar beet vegetation. In April, May, June, September and October the sum of precipitation was higher than in the long-term average by, respectively, 25,7 mm, 35,9 mm, 57,2 mm, 45,2 mm, 17,7 mm. On the other hand, in July and August, thus during the months of intensive roots growth and dry weight storage, precipitation was lower in compare to the long-term average and reached, respectively, 39,7 mm and 29 mm. Thermal condition did not cause significant disturbances in beet growth and were beneficial for beet

vegetation. Mean air temperature in April, May, June and July was higher than in the long-term average respectively by 0,8°C, 2°C, 3,7°C, 0,6°C, while in August, September and October the temperatures were lower by 0,2°C, 4,4°C, 3,9°C in compare to the long-term average.

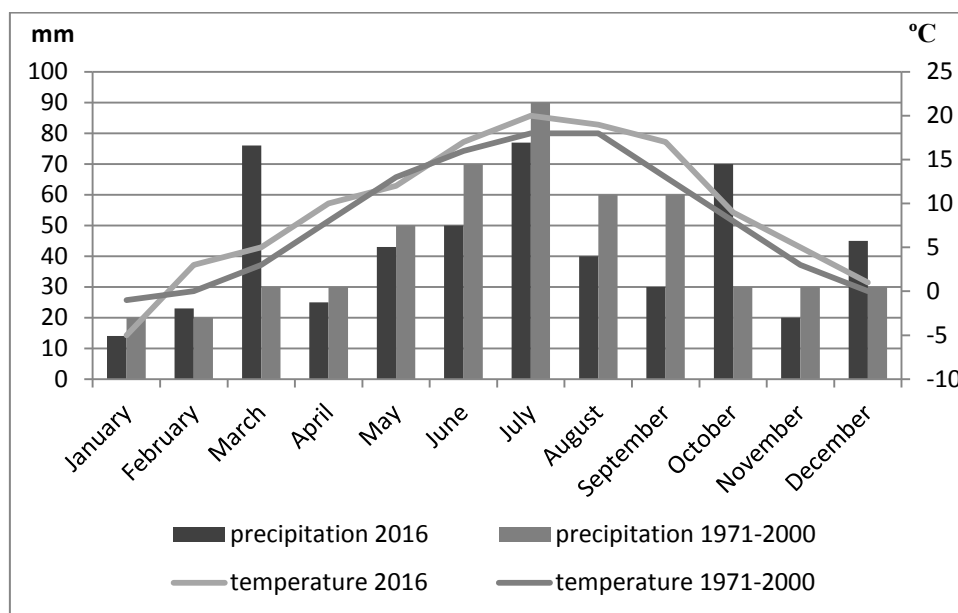


Fig. 1. Temperature and precipitation in vegetative season

3. Results and Discussion

Own research indicate the key role of manure fertilization and foliar application of boron on the roots yield of sugar beet. Manure fertilization affected the increase in roots yield by 5 t·ha⁻¹ in comparison to the plants cultivated without its application (Tab.1). Similar interaction was found also in the study of Zimny et al. (2005), Barłóg et al. (2013) and Wróbel and Domaradzki 2006. The yield of roots was also significantly modified by the dose of boron fertilizer. Increase in roots yield was noted under both 1 and 2 kg B·ha⁻¹ treatments, respectively by 17 t·ha⁻¹ and 21,2 t·ha⁻¹ regarding to plants not supplied with this element. Also results obtained by Artyszak (2014) indicate the significant increase in the yield of roots under the influence of fertilization with boron at a dose of 1,89 kg B·ha⁻¹. In own research study it was also noted, that there is an interaction between manure fertilization and foliar application of boron. Boron fertilization at a dose of 2 kg B·ha⁻¹ without the use of manure fertilizer led to increase in roots yield by 24,6 t·ha⁻¹, and on the plots with the use of manure increased the yield by 21,7 t·ha⁻¹ in comparison to plants non treated with boron (Tab.1)

Table 1. Influence of fertilization on the yield of roots and sucrose content

BORON (kg B·ha⁻¹) MANURE	0	1	2	MEAN (A)
Yield of roots (t·ha⁻¹)				
Without manure	42,0	60,0	66,6	56,2
With manure	48,6	64,6	70,3	61,2
Mean (B)	45,3	62,3	66,5	-
LSD (A) 4,2 LSD (B) 9,8 LSD (AxB) 12,2				
Content of sucrose (%)				
Without manure	16,0	17,2	17,5	16,9
With manure	17,1	17,5	17,6	17,4
Mean (B)	16,5	17,4	17,5	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 0,65 LSD (AxB) n.s.				

Manure fertilization and boron supply also modified the technological quality of roots (Tab.2). In the conducted research the content of sucrose did not depended on the manure fertilization. On the other hand, sucrose content was modified by foliar fertilization with boron. With the increase of the dose of boron there was observed an increase in sucrose content, which real values grew in comparison to control by 0,9% after the treatment with 1 kg B·ha⁻¹ and by 1% after the use 2 kg B·ha⁻¹ (Tab.1). Result conducted by El-Gawad et al. (2004), Goberah and Mekki (2005), Kristek et al. (2006), Grzebisz et al. (2010), and by Armin and Asgharipour (2012) confirms the interaction achieved in own research, that content of sucrose increase together with the increase in boron dose. On the other hand, decrease of this parameter under the influence of boron was observed by Artyszak (2014) and Wróbel (1997). Manure fertilization did not differentiate the content of melasogenic compounds in the roots of sugar beet. However, the significant increase in the content of N- α -amino acid and cations of potassium under the influence of boron treatment was noted. After application of doses of 1 and 2 kg B·ha⁻¹ there was noted and increase in the content of N - α -amino acid, respectively by 0,8 and 0,6 mmol·kg⁻¹, as well as increase in potassium cations content by respectively 7,8 and 6,6 mmol·kg⁻¹ in comparison to the lack of boron fertilization. Similar tendency was noted by Artyszak (2014). Moreover, also Gobarah and Mekki (2005) have proven, that the use of 1, 1,5 and 2 kg B·ha⁻¹ affects the increase in the content of N- α -amino acid in compare to non-fertilized plants. The large number of research studies indicate a decrease in potassium content under boron fertilization (Javaheripour et al. 2005, Kristek et al. 2006, Armin and Asgharipour 2012).

Table 2. Influence of fertilization on the content of melasogenic compounds

BORON (kg B·ha⁻¹) MANURE	O	1	2	MEAN (A)
N-α-amino acid (mmol·kg⁻¹)				
Without manure	21,4	21,5	20,7	21,2
With manure	20,1	21,7	22,0	21,3
Mean (B)	20,8	21,6	21,4	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 0,6 LSD (AxB) n.s.				
Potassium cations (mmol·kg⁻¹)				
Without manure	49,6	47,8	49,6	49,0
With manure	58,1	44,2	44,7	49,0
Mean (B)	53,8	46,0	47,2	-
LSD (A) n.s. LSD (B) 3,8 LSD (AxB) n.s.				
Sodium cations (mmol·100g⁻¹)				
Without manure	0,9	0,8	0,7	0,8
With manure	1,1	1,0	0,7	0,9
Mean (B)	1,0	0,9	0,7	-
LSD (A) n.s. LSD (B) n.s. LSD (AxB) n.s.				

4. Conclusions

1. Natural fertilization and foliar fertilization with boron are important factors affecting yielding of sugar beet.
2. Foliar fertilization with boron was shaping the content of sucrose. The application of 1 and 2 kg B·ha⁻¹ led to a significant increase in the content of sucrose in roots.
3. Fertilization with manure did not differentiate the content of melasogenic compounds in the roots of sugar beet. However, significant increase in the content of N- α-amino acid and cations of potassium under the influence of boron fertilization.

References

- Adamiak J., Adamiak E., 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zeszyty Naukowe AR Szczecin 172, 62: 3–8.
- Armin, M., M. Asgharipour., 2012. Effect of time and concentration of boron foliar application on yield and quality of sugar beet. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science 12: 444-448.
- Artyszak, A., 2014. The efficiency of foliar boron fertilization of two sugar beet varieties. Part I.: The yielding and technological quality of roots. Fragmenta Agronomica 31: 7-18.

Barlóg P., Szczepaniak W., Grzebisz W., 2013. Reaction of sugar beet on dose and type of sodium fertilizers on the background of manure application. Part I. Taproots yield and quality. *Fragmenta Agronomica* 30, 3: 24–34.

Braunschweig Von L-Ch., Orlovius K., 2002. Effect of different K-supply on sugar beet production and soil fertility in a long-term fertilizer experiment. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 222: 31–37.

Camacho-Cristóbal J.J., Rexach J., and González-Fontes A., 2008. Boron in plants: deficiency and toxicity *Journal of Integrative Plant Biology* 50: 1247–1255. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2008.00742.x

Ceglarek F., Buraczyńska D., 2002. Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy. Część I. Wschody, obsada i plony buraka cukrowego. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin* 222: 247–254.

Czaja-Prokop U., 2003. Boron in physiological processes of plants. *Botanical News* 47: 25-37.

Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 471: 161-169.

Dordas C., Apostolides G. E., Goundra O., 2007. Boron application affects seed yield and seed quality of sugar beets. *The Journal of Agricultural Science* 145: 377-384.

El-Gawad A.M.A., Allam S.A.H., Saif L.M.A., and Osman A.M.H., 2004. Effect of some micronutrients on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). II. Juice quality and chemical compositions. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 82: 1681-1701.

Fardeau J.C., Duval R., Cariolle M., Gaj R. 2002. Praktyka nawożeniowa za granicą. Francja. W: Nowoczesna uprawa buraków cukrowych. Grzebisz W. (red.). Wyd. Akademia Rolnicza Poznań: 90–99.

Gobarah M., E., and Mekki B.B., 2005. Influence of boron application on yield and juice quality of some sugar beet cultivars grown under saline soil conditions. *Journal Applied Science Research* 1:373-379.

Grzebisz W., 2006. Krytyczne etapy tworzenia systemu nawożenia buraka cukrowego. W: Czy produkcja buraków cukrowych w Polsce w świetle reformy rynku cukru będzie opłacalna? KZPBC, Katedra Ekonomiki i Gospodarstw Rolniczych SGGW, Redakcja „Wiś Jutra” Warszawa: 39–48.

Grzebisz, W., K. Przygocka-Cyna, R. Łukowiak, and Biber M., 2010. An evaluation of macronutrient nutritional status of sugar beets in critical stages of growth in response to foliar application of multi-micronutrient fertilizers. *Journal of Elementology* 15: 493-507.

- Gupta U.C., 2006. Boron. In: Handbook of plant nutrition. Barker A.V., Pilbeam D.J. (ed). Taylor and Francis Group: 241–278.
- Gupta U., and Solanki H., 2013. Impact of boron deficiency on plant growth. *International Journal of Bioassays* 2: 1048-1050.
- Hellal F.A., Tallab A.S., Safaa A.M., 2009. Influence of nitrogen and boron nutrition on nutrient balance and sugar beet field grown in calcareous soil. *Ozean Jurnal of Applied Science* 2:1-10.
- Jaszczołt E., 1998. Effect of two methods of fertilizing sugar beet with trace elements on the yields of roots and sugar. *Gazeta-Cukrownicza* 106: 232-234.
- Javaheripour, M.A., Rashidi N., and Baghizade A., 2005. Manure, potassium and boron impacts on quantitative and qualitative yield of sugar beet in Bardsi. *Sugar Beet* 21:23-56.
- Kristek A., Stojić B., and Kristek S., 2006. Effect of the foliar boron fertilization on sugar beet root yield and quality. *Poljoprivreda* 12:22–26.
- Lipiński W., 2013. The abundance of micronutrients in Polish soils. *Studia i raporty IUNG-PIB Zeszyt* 34: 121-131.
- Maćkowiak C., Żebrowski J., 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. *Naw. Nawoż./Fert. Fertil.* 4, 5: 119–130.
- Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J., 2007. Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych. [W]: *Efektywne i bezpieczne metody regulacji zachwaszczenia, nawożenia i uprawy roli. Studia i Raporty IUNG – PIB*, 8: 99-110.
- Tariq M., Khattak J.K., Sarwar G., 1993. Effect of boron on the yield and quality of sugar beet in Peshawar valley. *KUST Khyber* 6: 97-106.
- Tripathi D.K., Singh S., Singh S., Mishra S., Chauhan D.K., Dubey N.K., 2015. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *Acta Physiologiae Plantarum* 37: 139-153.
- Wróbel, S., Domaradzki K., 2006. Effect of combined foliar application of boron and manganese with herbicide on yield and chemical composition of sugar beet. *Polish Journal of Agronomy* 142:585-593.
- Wróbel S. 1997. Effect of micronutrients fertilization on yield and chemical composition of sugar beet. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 202: 193–196.
- Wróbel S., 1999. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie mikroelementami w doświadczeniach wegetacyjnych. *Pamiętniki Puławskie* 117: 25-35.
- Yermiyahu U., Keren R., Chen Y., 2001. Effect of composted organic matter on boron uptake by plants. *Soil Science Society America Journal* 65:1436-1441.

Zimny L., Gandecki R., Waławowicz R., Śniady, R., 2005. Produkcyjność płodozmianu: burak cukrowy - pszenica jara - jęczmień ozimy uwarunkowana zróżnicowanym nawożeniem organicznym i wzrastającymi dawkami azotu mineralnego. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio E, Agricultura* 60: 237-248.

Szybka kontrola charakterystyk przyrządów pomiarowych impedancji gleby

Wasył Yatsuk⁽¹⁾, Mykoła Mykyjczuk⁽¹⁾, Tetjana Bubela⁽¹⁾, Ała Guńkało⁽¹⁾

¹Institut Technologji Komputerowych, Automatyki i Metrologii, Narodowy Uniwersytet Lwowski Politechnika we Lwowie, Ukraina

Wasył Yatsuk: vyatsuk@lp.edu.ua

Streszczenie

Tradycyjnie analityczne przyrządy do pomiaru parametrów RLC są kalibrowane przy użyciu standardowych próbek. Prowadzi to do znacznych problemów w przepisie metrologicznym przyrządów pomiarowych i komplikuje całą procedurę. Aby wdrożyć kontrolę operacyjną charakterystyk metrologicznych pomiaru admitancji proponuje się użycie inteligentnych urządzeń opartych na środkach do imitacji admitancji sterowanych kodem. Prowadzono krytyczną analizę istniejących podejść do budowania takich miar oraz przedstawiono schemat sterowanej kodem miary na bazie imitatorów aktywnych. Podano model matematyczny funkcji transformacji miary oraz jej kalibracji i udowodniono jego zalety.

Słowa kluczowe: kontrola operacyjna, sterowany wzorzec miary admitancji, przyrządy analityczne

Express-control characteristics of impedance meters the soil

Summary

Traditionally analytical RLC-meters calibrated by standard samples using. This significant complicates the measuring instruments metrological provision. Proposed the metrological characteristics express-control of admittance measurement using code-controlled measures. The critical analysis of existing approaches to building such measures and developed an admittance code-controlled measure scheme based on active imitators. Posted mathematical model of measure conversion function. Proved admittance meters calibration advantages on based code-controlled measures.

Keywords: express-control, code-controlled measure, admittance active imitators

1. Wstęp

Ocena jakości dowolnego obiektu jest zawsze związana z określonymi parametrami, a zatem wybór istniejących oraz opracowanie nowych metod określania cech jakościowych, ich wartości i oceny dokładności wyników (Pokhodyło Je. i in., 2003). W celu zapewnienia konkurencyjności produktów gotowych trzeba szybko i niezawodnie kontrolować wszystkie procesy, które są niezbędnymi składnikami systemu oceny jakości. Ważnym elementem w zapewnieniu oceny jakości jest obecność zabezpieczenia metrologicznego które wyraźnie odstaje w swoim rozwoju w porównaniu z doskonaleniem właściwości urządzeń pomiarowych (Stadnyk B. i in., 2013). Problem ten wynika z kilku powodów, a mianowicie (Koshewaja, 2009):

- zakresy odtworzenia sygnałów elektrycznych istniejącymi kalibratorami nie odpowiadają zakresom pomiarowym przyrządów;
- przy kontroli metrologicznej konieczne jest wyznaczanie dodatkowych charakterystyk metrologicznych, co wymaga użycia kilku standardowych narzędzi;

- wskazana jest możliwość kontroli parametrów przyrządów pomiarowych podczas ich eksploatacji, bez konieczności demontażu.

Szczególno sensu uzyskają te kwestię podczas pomiaru impedancji zespolonej - impedancji (lub złożonej przewodności - admitancji), ponieważ metoda ta jest aktywnie wykorzystywana do określania jakości w wielu dziedzinach, szczególnie w dziedzinie ochrony środowiska (Bubela T. i in., 2011). Bo dzisiaj technogeniczne zanieczyszczenie wody i gleby rośnie, to szczególnie istotnym staje się problem operacyjnego monitorowania ich stanu. Problem ten można rozwiązać dzięki zastosowaniu specjalistycznego sprzętu kontroli admitancji (Yatsuk i in., 2015). Główną zaletą takiej kontroli nad tradycyjnym laboratorium fizyko-chemicznym jest zdolność do wdrożenia go w polu, które pomogły zapewnienia ciągłego monitorowania opcji kontroli obiektu danych systemów informatycznych. Tak, więc, aby zapewnić wysoką jakość danych jest niezbędna do skutecznego kontrolowania parametrów metrologicznych takiego sprzętu na miejscu eksploatacji.

2. Charakterystyka produkcji ekologicznej

Produkcja ekologiczna wyklucza użycie chemicznych nawozów, pestycydów, organizmów zmodyfikowanych genetycznie, konserwantów i tak dalej. Na wszystkich etapach produkcji (uprawa, przetwarzanie) stosowanych metod, zasad i reguł określonych w dokumentach normatywnych w celu uzyskania oryginalnych (przyjazne dla środowiska) produktów, a także ochrony i odbudowy zasobów naturalnych. W praktyce jednak pozostaje nierozwiązany szereg kwestii związanych z zapewnieniem odpowiednich warunków niezbędnych do produkcji ekologicznej, w tym szybkich urządzeń kontrolnych w glebie.

Również bardzo ważna jest kwestia wprowadzenia certyfikacji gruntów dla rolnictwa ekologicznego. W przepisach mówi, że produkcja przemysłowa produktów ekologicznych jest wykonany wyłącznie z ekologicznych surowców uprawianych na gruntach nadaje się do tego lub w specjalnie do tego wyznaczonych produktów ekologicznych i surowców.

Podstawą do ustalenia kryteriów jakościowych dla gruntów wykorzystywanych do oceny ich przydatności do produkcji produktów ekologicznych i surowego wyznaczania stref produkcyjnych są wskaźnikami gleby, roślin i oddalenia od źródeł lądowych. Aby ocenić przydatność gleby była używana ostatnia runda certyfikacji agrochemicznych ziemi, pokrywy glebowej inne badania przeprowadzone w ostatnich latach, informacje widoczne na mapach

gleb, a wyniki analizy chemicznej badanych roślin są uprawiane w tych gleb do badań (Bubela i in., 2011).

3. Admitancyjne mapowanie

Ocena przydatności gleb (gruntów) do produkcji produktów ekologicznych i surowców powinna być oparta na analizie obiektywnych informacji na temat jakości gleby, określenia stopnia antropogenicznego obciążenia, faktyczna realizacja działań w celu zachowania żyzności gleby oraz określenia ich przydatności do produkcji niektórych upraw. Kryteria oceny jakości ziemi ich przydatności do produkcji produktów ekologicznych i surowców charakteryzują się zbiór wzajemnie powiązanych wymogów w zakresie jakości gleb użytków rolnych, wody, powietrza i położenie gruntów w stosunku do źródeł zanieczyszczeń, które razem zapewniają odpowiednią jakość produktów rolnych oraz przestrzegania zasady produkcji.

Baza informacyjna opracowana na podstawie monitorowania stanu skażenia gleby zapewni odpowiedni poziom zarządzania. Dla optymalizacji gromadzenia informacji o jakości gleby proponuje się koncepcję opartą na metodzie zastosowanie analizy admitancji gleby do sterowania operacyjnego. Admitancyjne mapowanie gleby zapewnia wyczerpujący opis zmian warunków glebowych w obrębie pola lub jego fragmentów (działek), jest ważnym czynnikiem przy podejmowaniu decyzji, takich jak:

- wyznaczenie granic konturów gleby i zmian struktury gleby podczas kolejnych kontroli i pomiarów;
- wyznaczenie jednorodnych obszarów pola ze względu na właściwości organiczne gleby (stosunek do przewodnictwa elektrycznego);
- dokładne wyznaczenie konturów i potencjalnie zakwaszonych, słonych;
- system kontroli wilgotności i zasolenia gleby;
- poprawa i optymalizacja procesów, jako zmiennej stopy wysiewu i nawożenia.

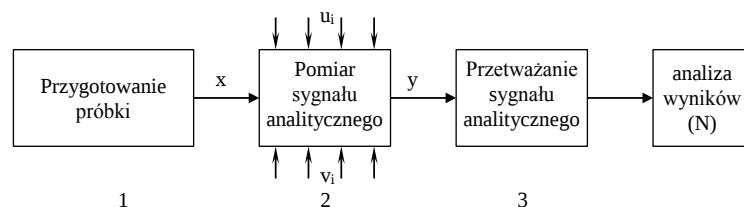
4. Analiza problemów metrologicznych z pomiarów gleby

Należy zauważyć, że tradycyjne metrologiczne wsparcie pomiarów parametrów impedancji (admitancji) opiera się na odniesieniu do każdego z parametrów impedancji (pojemność, indukcyjność, opór, utrata styecznej, jakość, itp) oraz środków transmisji rozmiaru jednostki każdego z tych parametrów. Powtarzalność i identyfikowalność pomiarów w tym przypadku kontrolowane są przez odpowiednie systemy kontroli metrologicznej. Te

systemy zwykle są strukturami wielowarstwowymi, wymagają użycia dużej ilości sprzętu i zatrudnienia wielu wysoko wykwalifikowanych pracowników. Duża różnorodność substancji badanej w praktyce oraz liczba różnorodnych parametrów doprowadziły do utworzenia standardów składu i właściwości przez tylko niewielki ułamek. Na przykład, podstawą odniesienia dla określenia przewodności elektrycznej cieczy są odpowiednio stosowane cztero-elektrodowe konduktometryczne celki i specjalistyczny sprzęt (Surdu M. i in., 2010). Tak więc, głównym problemem metrologii chemicznej dziś jest brak materiału odniesienia i szeregu praktycznych trudności w ustaleniu roboczych wzorców odniesienia. Tylko niektóre rodzaje wielkości fizycznych i chemicznych są odtwarzane za pomocą standardowych jednostek odniesienia. W takich przypadkach, substancje odniesienia obejmują układy przepisów metrologicznych i są wykorzystywane do transmisji wielkości jednostki według zatwierdzonych schematów (Poliszczyk i in. 2012). Głównie podczas transferu jednostek stężeń materiały referencyjne to jedyny związek odniesienia. Dlatego problem wyznaczania jednostki wielkości stężeń ma szczególne znaczenie dla praktycznie przeprowadzonych pomiarów.

Standardowe materiały odniesienia i certyfikowane mieszaniny wykorzystywane są do porównań wyników pomiarów i kontroli charakterystyk metrologicznych analitycznych przyrządów pomiarowych między laboratoriami (Poliszczyk i in., 2012). Oznacza to, że mogą one być stosowane jako wzorce śledzenia, jak i materiał kontrolny do oceny dokładności wyników.

Ważnym punktem wprowadzenia procedur kontroli operacyjnych do analitycznych przyrządów pomiarowych jest zapewnienie metrologicznej niezawodności i stąd powtarzalność wyników pomiarów (Stolyarchuk i in 2013). Powstanie błędów dla takich pomiarów związane jest z etapami ich powstawania (rys.1).



Rys.1. - Ogólny schemat procedury pomiarów analitycznych

Oczywiście istotna część wpływu na całkowity błąd wyniku pomiaru spada bezpośrednio na procedury do pomiaru parametrów sygnału analitycznego. Łączna wartość błędu pomiarowego w tym przypadku może być reprezentowana przez wyrażenie, które zawiera składniki o błędach spowodowanych wpływem kontrolowaną u_i i niekontrolowaną v_i wartości (rys.1). Jest to stan, w którym osiągnięte metrologiczne niezawodność przyrządów

pomiarowych:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \sum \delta_6^2} \leq A_{\min} \quad (1)$$

gdzie - δ_1 - składnik błędu związany z uzyskaniem sygnału informacyjnego;

δ_2 - składnik błędu związany z niestabilnym zasilaniem;

δ_3 - składnik błędu ze względu na wpływ ciśnienia;

δ_4 - składnik błędu ze względu na wpływ temperatury;

δ_5 - składnik błędu według wykorzystania próbek;

δ_6 - składniki błędu ze względu na wpływ często niepotrzebnych zanieczyszczeń w mieszaninie.

Analiza wykazuje, że w praktyce, warunek (1) może być osiągnięty na dwa sposoby: projektowo-technologicznych i strukturalnych. Realizacja projektowo-technologicznej ścieżki na podstawie tego warunku:

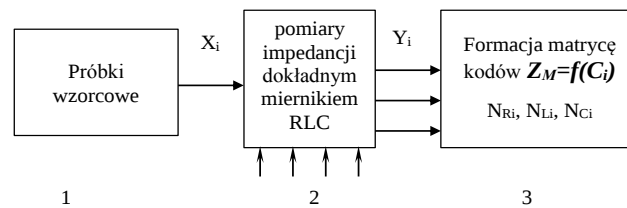
$$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5 \rightarrow 0, \delta_6 \leq K_{\min}. \quad (2)$$

Warunek (2) jest zwykle realizowany w sposób tradycyjny za pomocą urządzenia zwiększającego stabilność zasilania, selektywności przyrządów pomiarowych, zmniejszenie wpływu ciśnienia i temperatury. Sposób strukturalny jest zapewnienie stabilności łącznej wartości błędu pomiarowego, to jest:

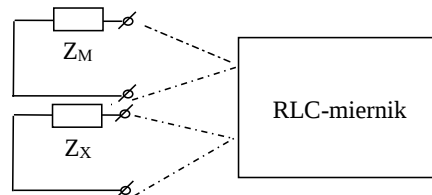
$$\delta_{\Sigma} \leq C = \text{const} \quad (3)$$

Aby upewnić się, że warunek (3) jest spełniony, powinna reagować na zmiany charakterystyk metrologicznych analitycznych przyrządów pomiarowych ze względu na ich działania (włącznie impedancji obiektów natury nieelektrycznej wykorzystując pomiary parametrów RLC). W związku z tym proponuje się przeprowadzenie kanału kalibracji analitycznych analizatorów RLC poprzez zastosowanie inteligentnych urządzeń opartych na środkach imitacji sterowanych kodem. W tym celu należy przede wszystkim przygotować serię standardowych próbek służących jako miara koncentracji kontrolowanego obiektu w całym zakresie możliwych zmian. W oparciu o pomiary w danym zakresie częstotliwości wielkości elektrycznych impedancji (admitancji) standardowych próbek, które służy jako miara stężenia określonych parametrów obiektu, precyzyjne przyrządy pomiarowe RLC przetwarzają te wyniki. Są realizowane przez formowanie matrycy kodów N_i cyfrowych, środków opisowych miar Z_M odpowiadające zmierzonych parametrów obiektu (rys. 3).

Dalsza kontrola charakterystyk metrologicznych pomiaru admitancji sposobami podstawiania, zrównoważenia lub zróżnicowania (Połiszchuk, 2012) (rys.3).



Rys.2. - Struktura parametrów kalibracji mierników elektrycznych dla celów analitycznych



Rys.3 - Schemat realizacji sposobu podstawienia

Na przykład, przy pomiarze mostkami prądu zmiennego impedancji Z_X wynik pomiaru impedancji metodą zastępczą może być przedstawiony jako:

$$Z_X = Z_M \cdot \frac{Z_{porX}}{Z_{porN}}, \quad (4)$$

gdzie Z_{porX} - wartość rezystancji gałęzi porównania po włączeniu rezystancji mierzonej Z_X ;

Z_{porM} - wartość rezystancji gałęzi porównania po włączeniu rezystancji wzorcowej Z_M .

Pod warunkiem, że błędy rezystancji ramion porównania Z_{porX} i Z_{porM} podczas pomiaru impedancji Z_X i Z_M jest o tym samym $\delta_{Z_{porX}} \approx \delta_{Z_{porM}}$ będziemy mieli ten błąd pomiaru impedancji Z_X niemal równy sumie błędów wzorcowej miary i dwóch błędów dyskretności nastawienia rezystancji Z_{porX} i Z_{porM} $\delta_{Z_X} = \delta_{Z_M} + 2\delta_{dsk}$.

4. Proponowana sterowana kodem miara wzorcowania admitancji

Aby zwiększyć wydajność sterowanej kodem miary admitancji autorzy proponują schemat symulatora parametrów RC, który składa się z jednoznacznych miar rezystancji R_N i pojemności C_N , dzielników napięcia sterowanych kodowo, aktywnych elementów buforowych (przełączników napięcia na wzmacniaczach operacyjnych WO) (rys. 4) (Stolyarchuk, 2015). Wejściowe napięcie U_i za pośrednictwem przełączników WO11 i WO21 jest doprowadzane do wejść sterowanych kodem obydwu dzielników napięcia DN11 i DN12, współczynnik transferu których jest sterowany kodem zewnętrznym (od sterownika lub użytkownika). Wyjściowe napięcia dzielników DN11 i DN12 powtarzają na wyjściach obydwu wzmacniaczy operacyjnych WO12 i WO22. Wejściowe prądy I_{iC} i I_{iR} przepływają przez wzorcowe miary pojemności C_N lub rezystancji R_N oraz przez wyjścia wzmacniaczy

WO12 i WO22, jeśli ich pobory prądu są pomijalnie. Wtedy wielkości tych prądów zdefiniowane są jako:

$$I_{ic} = \frac{U_i - U_{2C}}{X_{CN}} = j\omega C_N \cdot (1 - N_{IC}) \cdot U_i, \quad (5)$$

$$I_{iR} = \frac{U_i - U_{2R}}{R_N} = (1 - N_{IR}) \cdot G_N \cdot U_i, \quad (6)$$

Miarą-symulatorem admitancji Y ustalonej jako suma Y_R czynnej i biernej Y_C jego składowej według relacji $Y = Y_C + Y_R$:

$$Y_C = \frac{I_i}{U_i} = j\omega C_N (1 - N_{IC}) = j\omega C_i, \quad (7)$$

$$Y_R = \frac{I_i}{U_i} = (1 - N_{IR}) \cdot G_N, \quad (8)$$

gdzie:

C_N , R_N , $X_{CN} = 1/j\omega C_N$, $G_N = 1/R_N$ - pojemność, rezystancja, bierna i czynna składowa admitancji obu wzorcowych miar odpowiednio;

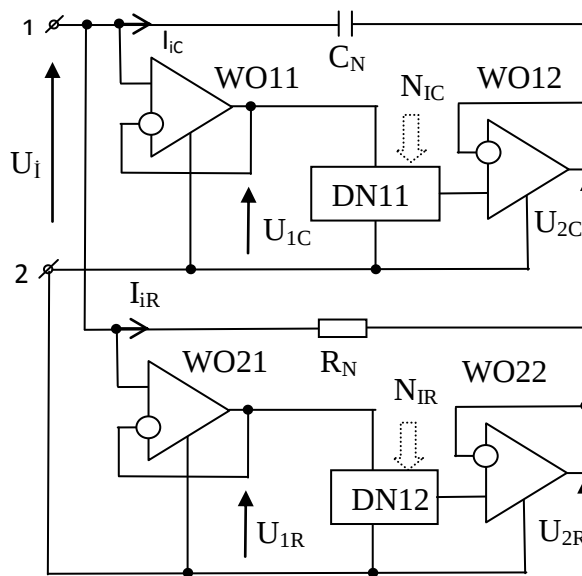
$U_{2R} = N_R U_i$ - napięcie wyjściowe przełącznika WO22;

$N_R = N_{IR} / N_{Rmax}$ - łączna wartość kodu sterowania dzielnikiem napięcia DN12;

N_{IR} , N_{Rmax} - zainstalowany i maksymalny kod sterowania dzielnikiem DN12;

$N_C = N_{IC} / N_{Cmax}$ - łączna wartość kodu sterowania dzielnikiem napięcia DN11;

N_{IC} , N_{Cmax} - zainstalowany i maksymalny kod sterowania dzielnikiem DN11.

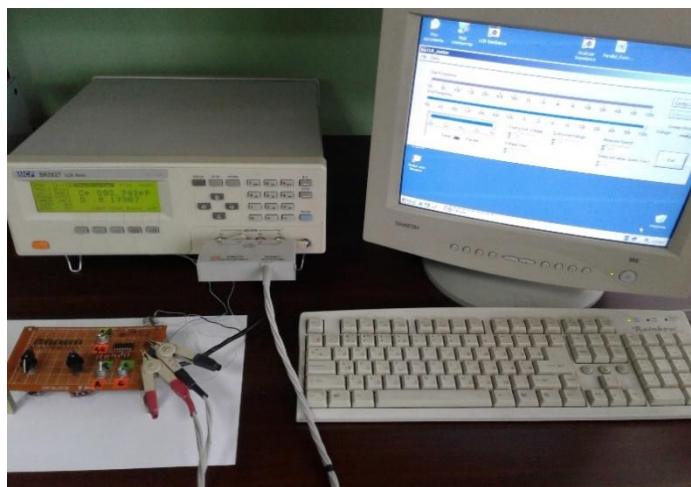


Rys.4 - Schemat miary-symulatora admitancji sterowanej kodem

Sterowany kodem symulator umożliwia oddzielnie i niezależnie od siebie kontrolować odtwarzanie składowej przewodności – zarówno części rzeczywistej (rezystancyjnej) jak i pojemnościowej. Błędy odtwarzania składowych przewodności określone są wyłącznie niemal błędami wzorcowych miar rezystancji i pojemności oraz dzielników napięcia sterowanych kodowo. Ze względu na przeniesienie dużej wartości współczynników nowoczesne wzmacniacze operacyjne błędę etatyzmu mogą być zmniejszone do wartości tysięcznych części procenta, co jest znacznie niższą wartością niż poziom błędów impedancji (domyślnie setne lub dziesiąte procenta) w szerokim zakresie częstotliwości (do kilkudziesięciu megaherców). Struktura proponowanego sterowanego kodem symulatora złożonej przewodności są potencjalnie trwałe w całym zakresie częstotliwości i na wszystkich powtarzalnych wartości przewodności.

5. Weryfikacja eksperymentalna proponowanej metody realizacji miar-wzorców impedancji

Dla eksperymentalnego sprawdzenia zasady działania miary-imitatora sterowanego kodowo został wykonany układ badawczy (rys. 5).



Rys.5. Widok układu badawczego miary-imitatora admitancji

W celu przetestowania stabilności w zakresach dźwiękowych i ultradźwiękowych częstotliwości, układ badawczy symulatora admitancji realizowano na pojedynczych składnikach. Wszystkie cztery elementy buforowe zostały wykonane w oparciu o układy TL074CN, zawierające cztery wzmacniacze operacyjne. Cyfrowo sterowane dzielniki CVR11, CVR12 zostały zaimplementowane jako rezystancyjne dzielniki na dyskretnych rezystorach. Odtwarzane wielkości admitancji były mierzone przez cyfrowy miernik RLC typu BR2827 o zakresie częstotliwości od 50 Hz do 100 kHz. Wyniki pomiarów zostały komputerowo opracowane, uzyskano zależności admitancji na częstotliwości (Tab.1 i Tab.2).

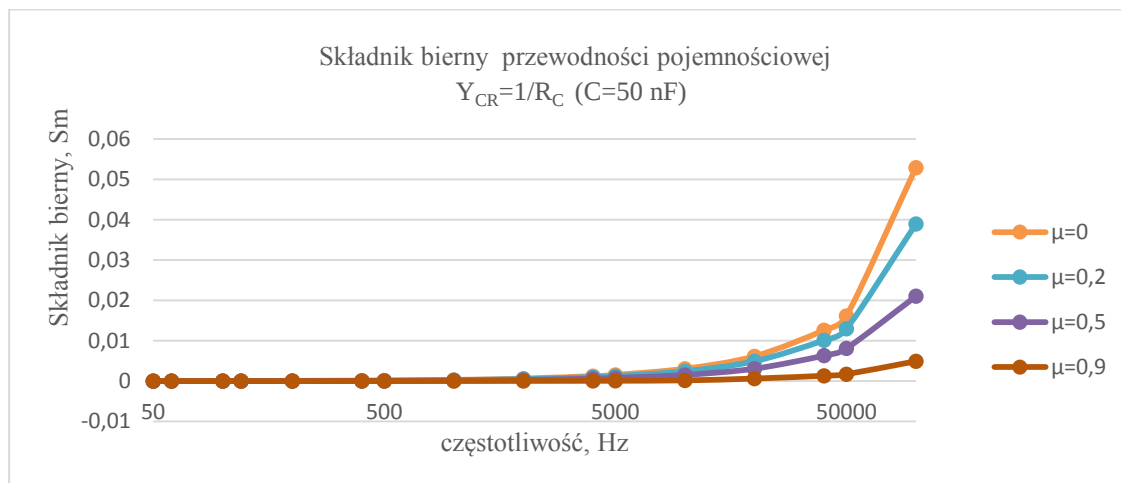
Tabela 1 Zależność od częstotliwości składowych czynnej i biernej aktywnej przewodności ($G_{RH}=1/R_H$, $R_H=5$ kOhm)

f, kHz	Stosunek podziału dzielnika CVR11, Część aktywna R, x1E-04 Sm					Stosunek podziału dzielnika CVR11, Część reaktywna R, x1E-06 Sm				
	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,5$	$\mu=0,8$	$\mu=0,9$	$\mu=0,1$	$\mu=0,2$	$\mu=0,5$	$\mu=0,8$	$\mu=0,9$
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,045	0,0	0,0
0,06	1,79	1,59	0,994	0,397	0,199	-0,023	0,0	0,049	0,005	0,014
0,1	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,0	0,023	0,042	0,044	0,016
0,12	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,028	0,0	0,061	0,045	0,023
0,2	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,018	0,034	0,041	0,041	0,042
0,4	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,048	0,022	0,074	0,083	0,081
0,5	1,79	1,59	0,997	0,398	0,199	0,0	0,0	0,034	0,084	0,090
1,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,085	0,107	0,153	0,189	0,194
2,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,187	0,210	0,294	0,382	0,385
4,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,363	0,406	0,585	0,764	0,772
5,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,451	0,507	0,725	0,952	0,964
10,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	0,883	0,991	1,45	1,90	1,93
20,0	1,79	1,59	0,993	0,397	0,199	1,76	1,97	2,90	3,79	3,85
40,0	1,79	1,59	0,994	0,398	0,200	3,53	3,96	5,80	7,58	7,71
50,0	1,79	1,59	0,995	0,398	0,200	4,41	4,94	7,24	9,48	9,65
100,0	1,79	1,59	0,999	0,402	0,205	8,83	9,90	14,5	19,0	19,5

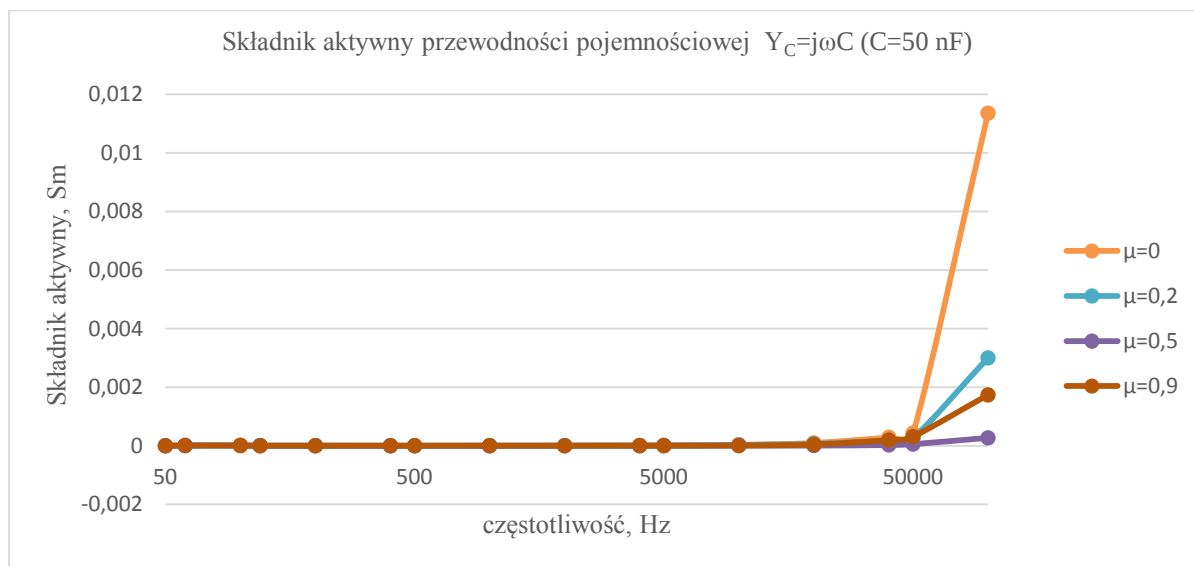
Tabela 2 Zależność od częstotliwości składowych czynnej i biernej reaktywnej przewodności ($G_{CH}=j2\pi fC_H$, $C_H=50$ nF)

f, kHz	Stosunek podziału dzielnika CVR12, Część reaktywna C, x1E-03 CM				Stosunek podziału dzielnika CVR12, Część aktywna C, x1E-03 CM			
	$\mu=0,2$	$\mu=0,5$	$\mu=0,8$	$\mu=0,9$	$\mu=0,2$	$\mu=0,5$	$\mu=0,8$	$\mu=0,9$
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,06	0,011	0,009	0,009	0,002	0,0	0,004	0,001	0,009
0,1	0,026	0,011	0,016	0,008	0,001	0,010	0,011	0,027
0,12	0,025	0,024	0,015	0	0,001	0,008	0,001	0,001
0,2	0,051	0,038	0,012	0,002	0,006	0,001	0,001	0,0
0,4	0,100	0,080	0,050	0,004	0,001	0,007	0,001	0,001
0,5	0,149	0,100	0,063	0,006	0,001	0,001	0,0	0,001
1,0	0,295	0,238	0,147	0,015	0,0	0,001	0,0	0,0
2,0	0,616	0,492	0,288	0,030	0,004	0,003	0,004	0,0
4,0	1,227	0,980	0,613	0,058	0,010	0,008	0,003	0,001
5,0	1,532	1,226	0,767	0,077	0,013	0,009	0,004	0,0
10,0	3,060	2,447	1,528	0,167	0,036	0,026	0,006	0,003
20,0	6,137	4,914	3,071	0,622	0,098	0,066	0,005	0,043
40,0	12,61	10,12	6,323	1,308	0,290	0,182	0,026	0,191
50,0	16,14	12,98	8,111	1,707	0,423	0,263	0,054	0,312
100,0	52,90	38,95	21,06	4,918	11,35	2,997	0,268	1,734

Z analizy wyników doświadczalnych wynika, że zaproponowana struktura jest symulatorem operacyjnym i odtwarza admitancję w przedziale częstotliwości od 50 Hz do 100 kHz z zadowalającą dokładnością. Na rys. 6 - 7 przedstawiono wykresy zależności od częstotliwości reaktywnych i aktywnych składników odtwarzania przewodności pojemnościowej, są one skomplikowane w sensie elektrycznej realizacji.



Rys. 6 Zależności częstotliwościowe odtwarzania biernego składnika pojemnościowej konduktywności



Rys. 7 Zależności częstotliwościowe odtwarzania aktywnego składnika pojemnościowej konduktywności

6. Wnioski

1. Jednym ze sposobów poprawy niezawodności metrologicznej jest realizacja operacyjnej kontroli charakterystyk przyrządów pomiarowych impedancji obiektów nieelektrycznych. W tym celu proponuje się skalibrować kanał pomiarowy analizatorów impedancji (mierników RLC) przez zastosowanie inteligentnych urządzeń opartych na sterowaniu cyfrowym.

2. Uzasadniono celowość stosowania metody zastąpienia przyrządów analitycznych podczas pomiaru lub kalibracji poprzez wykorzystanie urządzeń sterowanych cyfrowo miar impedancji, znaczenia parametrów ustalono według standardowych wzorców.
3. Z pomocą zaproponowanych rozwiązań można zapewnić wysoką precyzję w dosyć szerokim zakresie częstotliwości. Oprócz tego, takie wzorce mogą być zminiaturyzowane, co da możliwość ich realizacji jako chip niewielkim kosztem.
4. Powstały błąd odtwarzania złożonej przewodności można określić tylko jako błędy rezystorów lub kondensatorów.
5. Aby zapewnić wysoką stabilność czasową przyrządów pomiarowych impedancji trzeba częściej przeprowadzać sprawdzenie metrologiczne takiego bloku.

Literatura

Bubela T., Stolyarchuk P., Mykyychuk M., Basalkevych O., 2011. Admittance Method Application in the Maintenance of Ecomonitoring Information System for Soil Parameters. Proceedings of the Conference IDAACS 2011. Prague, Czech Republic, 15-17 September: 97-100.

Bubela T., Rjabkova T., 2011. Алгоритм Оперативного Контролю Забруднення Ґрунтів. Вісник НУ «ЛПІ» Комп'ютерні Системи Та Мережі. 688: 30-34

Koszewaja L., 2009. Обеспечение Единства Испытаний. Монография. Киев.: 176.

Poliszuk E., Dorożowiec M., Yatsuk V. i in., 2012. Метрологія Та Вимірювальна Техніка. Львів, Бескид Біт: 544.

Pohodylo Y., Stolyarchuk P., 2003. Способи Імітансного Контролю Якості. Методи Та Прилади Контролю Якості: 105 - 108.

Stadnyk B., Khoma Y., 2013. Improving the Accuracy of the Single Chip Impedance Analyzer for Sensor Applications. Sensors and Transducers. 3, 150: 27–31.

Stolyarchuk P., Mikhaliyeva M., Yatsuk V., Pohodylo Y., Basalkevych O. 2013. Multicomponent Liquids' Research. Sensors and Transducers. 1, 148: 95-99.

Surdu M., Lameko A., Labuzov A., 2010. A Precision RLC-meter. Measurement Technique. 53: 1055-1059.

Yatsuk Yu., Bubela T., Yatsuk V., 2014. Вдосконалення Процедури Калібрування Засобів Вимірювання Адмітансу Аналітичного Призначення. Збірник Праць IX Конф. «Метрологія-2014». Харків, Україна, 14-16 жовтня: 116-119.

Yatsuk V., Bubela T., Stolyarchuk P., Mykyychuk M., Yatsuk Yu., 2015. Impedance Code-Control Measure. Patent 109387, Ukraine, МПК H03H 11/28: 5. (In Ukrainian)

Produkcja zwierzęca

Wpływ wielkości obsady kurcząt brojlerów na efekty produkcyjne oraz jakość tuszek i ich przydatność przetwórczą

Anna Augustyńska-Prejsnar⁽¹⁾, Małgorzata Ormian⁽¹⁾, Jadwiga Lechowska⁽¹⁾

¹Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich, Uniwersytet Rzeszowski
Anna Augustyńska-Prejsnar: augusta@ur.edu.pl

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu wielkości obsady kurcząt brojlerów na efekty produkcyjne i jakość tuszek i ich przydatność przetwórczą. Materiał doświadczalny stanowiły tuszki i mięśnie piersiowe kurcząt brojlerów ROSS 308 utrzymywanych w warunkach o zróżnicowanej obsadzie. W ocenie jakości uwzględniono wydajność rzeźną, barwę skóry, udział elementów kulinarnych i wydajność dysekcijną. W ocenie jakości mięsa surowego: pH₁₅, pH₂₄, wodochłonność, barwę i siłę cięcia, natomiast po obróbce termicznej wzięto pod uwagę: wyciek termiczny, ubytki masy, barwę i siłę cięcia. Korzystniejsze warunki utrzymania ptaków skutkowały niższą śmiertelnością ptaków, wyższym wskaźnikiem EWW, wyższą masą tuszki oraz wydajnością rzeźną. Wykazano istotnie wyższy udział szyi ze skórą w grupie kurcząt o niższej obsadzie, mniejszy udział mięśni piersiowych i tłuszczu sadelkowego w grupie kurcząt o wyższej obsadzie. Surowe mięśnie piersiowe różniły się wodochłonnością i jasnością barwy (L*). Po obróbce termicznej wykazano zróżnicowanie pod względem wycieku termicznego, ubytków masy i siły cięcia. Korzystniejsze cechy jakościowe i przydatność przetwórczą mięsa uzyskano w grupie kurcząt o niższej obsadzie.

Słowa kluczowe: obsada, kurczęta brojlery, tuszki, jakość mięsa

The impact of the broiler's flock density on the quality of chicken carcasses and their suitability for processing

Summary

The purpose of the study was to evaluate the effect of broiler chickens flock density on the quality of carcasses and their suitability for processing. The study material was made up of carcasses and breast meat of Ross 308 chickens reared in differential flock capacity. Slaughter efficiency, skin coloration, culinary elements share and dissection efficiency calculations were carried out in order to assess the carcass quality. Measurements to assess the raw meat quality included: pH₂₄, water holding capacity, colour and shear force, while after thermal treatment: thermal leakage, weight loss, colour and shear force were taken into consideration. It was found that more favorable bird keeping conditions (flock with lower density) were reflected in lower bird mortality, higher European Production Index, higher carcass weight and higher slaughter efficiency. Broiler chicken carcasses did not differ in terms of the culinary elements share, only a significantly higher share of neck with skin in the chickens group with lower flock density was shown. Carcass division analysis showed a lower content of breast meat and abdominal fat in the chicken group with higher flock density. In the range of features the raw breast muscles differed in water holding capacity and luminosity (L *), but after thermal treatment differences in thermal leakage, weight loss and share force were shown. Better quality and meat processing features were demonstrated in the chicken group with lower flock density.

Keywords: flock density, broiler chicken, carcass, meat quality

1. Wstęp

Podstawowym surowcem do produkcji mięsa drobiowego w Polsce są kurczęta brojlery. W ostatnich latach obserwuje się wzrost konsumpcji mięsa drobiowego. Czynnikiem wpływającym na wzrost popytu na mięso kurcząt brojlerów jest niska cena, duże zróżnicowanie asortymentowe oraz wysokie walory odżywcze, dietetyczne i smakowe (Augustyńska-Prejsnar i Sokołowicz 2014). O jakości tuszek kurcząt brojlerów i ich przydatności przetwórczej decydują czynniki długoterminowe, jak genotyp ptaków, wiek,

pleć, warunki odchowu i żywienie oraz krótkoterminowe związane z postępowaniem przedubojowym. Ważną rolę w odchowie kurcząt brojlerów odgrywa obsada ptaków na 1 m². Kurczęta brojlery utrzymuje się w kurniku, w którym maksymalna obsada może wynosić 33 kg żywca/m² (Rozporządzenie MRiRW, Dz.U.2010.56.344). Obsada w brojlerni może mieć wpływ na wielkość produkcji, zużycie paszy, przeżywalność ptaków, a także na jakość tuszek i mięsa (Mazanowski 2011).

Mięso drobiowe jako produkt spożywczy powinien odznaczać się cechami, które będą pożądane, co sprzyja jego konsumpcji. W ocenie konsumenckiej jakość mięsa drobiowego w punkcie sprzedaży określa barwa tuszki i mięsa drobiowego, stopień umięśnienia, zawartość tłuszczu, zapach, świeżość, a w momencie konsumpcji cechy sensoryczne i wartość odżywcza (Górska i Wojtysiak 2006, Orkusz 2015). Mięso kurcząt brojlerów cechuje się dużą przydatnością przetwórczą, wynikającą z wysokiej wydajności rzeźnej oraz zawartości mięśni w tuszce. Wymagania konsumentów zaspokaja drób porcjowany, bowiem ułatwia to przygotowanie potraw. Świeże mięso kurcząt brojlerów oferowane jest w postaci tuszek, elementów kulinarnych, w tym filetów z mięśni piersiowych.

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu wielkości obsady kurcząt brojlerów na efekty produkcyjne, jakość tuszek i ich przydatność przetwórczą.

2. Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły tuszki i mięśnie piersiowe pozyskane od 42–dniowych kurcząt brojlerów ROSS 308. Ptaki utrzymywano w jednej z ferm drobiu w województwie podkarpackim. W pierwszym dniu życia pisklęta przydzielono do dwóch grup. W grupie I kurczęta brojlery utrzymywano przy obsadzie 11,4 szt./1 m², w grupie II przy obsadzie 18,3 szt./1 m². Kurczęta w obydwu grupach odchowywano na ściółce, w standardowych warunkach środowiskowych, żywiono mieszankami paszowymi (Starter, Grower i Finisz) o wartości pokarmowej zgodnej z zaleceniami żywieniowymi dla kurcząt brojlerów. Stosowane mieszanki pochodziły z zakupu. Kurczęta miały zapewniony stały dostęp do paszy i wody. Podczas doświadczenia kontrolowano masę ciała ptaków i wykorzystanie paszy. Dla oceny efektów produkcyjnych obliczono wskaźnik EWW, wyliczony na podstawie masy ciała ptaków, procentu przeżywalności w stosunku do zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała oraz liczby dni odchowu. W 42 dniu odchowu z każdej grupy wybrano po 10 ptaków o masie ciała zbliżonej do masy w grupie. Wybrane kurczęta ubito. Pomiaru pH mięśni piersiowych dokonano w 15 minucie, a także w 24 godzinie po uboju po schłodzeniu tuszek w temperaturze 4°C przy użyciu pehametru Hanna (typ HI99163,

Polska). Pomiaru barwy skóry tuszek dokonano przy użyciu kolorymetru Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japonia). Wyznaczono parametry barwy dla oświetlenia zgodnego z iluminatorem D_{65} . Odczytu wyników pomiarowych i przeliczania w czasie rzeczywistym dokonano w układzie kolorymetrycznym CIE $L^*a^*b^*$, gdzie L^* oznacza jasność, a^* czerwień i b^* żółć. Każdy wynik stanowił średnią z czterech pomiarów na powierzchni skóry, tj. na ćwiartce przedniej, po prawej i lewej stronie grzbietu, 2 cm od pasa barkowego oraz na ćwiartce tylnej, po lewej i po prawej stronie grzbietu, 2 cm od stawu biodrowego. Dokonano podziału tuszek na elementy kulinarne oraz wyliczono ich procentowy udział. Następnie przeprowadzono dysekcję szczegółową. W tym celu z uzyskanych wcześniej i zważonych elementów kulinarnych zdjęto skórę, oddzielono tłuszcz i wypreparowano mięśnie oraz wyliczono ich udział w stosunku do masy tuszki. Po oddzieleniu mięśni piersiowych od kości, na ich wewnętrznej powierzchni dokonano pomiaru barwy mięsa za pomocą kolorymetru Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japonia), przy ustawieniach dla oświetlenia zgodnego z iluminatorem D_{65} , obserwator 2° . Odczytu wyników pomiarowych i przeliczania w czasie rzeczywistym dokonano w układzie kolorymetrycznym CIE $L^*a^*b^*$ (gdzie L^* oznacza jasność, a^* czerwień i b^* żółć). Dla każdej próby wykonano trzy powtórzenia. Pomiar maksymalnej siły cięcia (F_{max}) wykonano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell BT1-FR1.OTH.D14 (Zwick CmbH&Co. KG, Ulm, Niemcy), wykorzystując nóż szerometryczny (V-blade) Warner-Bratzler (Zwick GmbH&Co.KG), przy prędkości przesuwu głowicy $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ i sile wstępnej 0,2 N. Cięciu poddano słupki mięśni o przekroju 100 mm^2 i długości 50 mm (3 z każdej próbki), wycinane równolegle do kierunku włókien mięśniowych. Wyniki pomiaru siły cięcia opracowano z wykorzystaniem programu Test Xpert II. Wodochłonność mięśni piersiowych wyliczono według metodyki podanej przez Grau'a i Hamm'a, wyciek termiczny według metodyki Tyburcy (2006). W celu obróbki termicznej, próbki mięsa o wyrównanej gramaturze (100 g), zważone z dokładnością do 0,1 g, gotowano w wodzie o temperaturze 90°C , do osiągnięcia wewnątrz mięśnia temperatury 82°C . Ubytki masy wyliczono na podstawie różnicy masy przed i po obróbce termicznej. Instrumentalny pomiar barwy i tekstury wykonano analogicznie, jak na próbkach surowych.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 12.5 PL, w którym wykonano jednoczynnikową ANOVA, obliczając podstawowe miary statystyczne takie, jak: średnia arytmetyczna ($\bar{x}$) i odchylenie standardowe (SD). Istotności różnic pomiędzy średnimi wynikami w badanych grupach zweryfikowano testem Tukeya przy poziomie istotności $P \leq 0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

Na wyniki produkcyjne stada wpływa długość odchowu, przeżywalność kurcząt, końcowa masa ciała oraz zużycie paszy na 1 kg przyrostu. Nadmierne zagęszczenie ptaków na jednostce powierzchni pogarsza wskaźniki produkcyjne, zwiększa spożycie paszy, zmniejsza odporność na choroby (Skomorucha i Sosnowka-Czajka 2015). Wyniki produkcyjne badanych kurcząt brojlerów przedstawiono w tabeli 1. Istotnie wyższą ($P \leq 0,05$) śmiertelność stwierdzono w grupie o większej obsadzie ptaków na 1 m², różnice były statystycznie istotne. Uzyskane wyniki badań korespondują z badaniami Bombik i in. (2011). Również Rachwał (2006) wykazała wpływ obsady na przeżywalność i stopień odłuszczenia tuszek ptaków. Zużycie paszy jest jednym z czynników, które decyduje o opłacalności produkcji (Mazanowski 2011). Odpowiedni dobór mieszanek paszowych, dostosowanie ich do tempa wzrostu i wieku kurcząt oraz warunków środowiskowych pozwala zmniejszyć zużycie paszy (Połtowicz 2006). W badanych grupach parametr zużycia paszy na 1 kg/mc nie było istotnie zróżnicowane. Odmienne wyniki uzyskała Bombik i in. (2011), wykazując wpływ obsady na wykorzystanie paszy przez kurczęta brojlery. Ocenę efektywności odchowu kurcząt brojlerów dokonuje się na podstawie europejskiego Wskaźnika Wydajności (EWW). Im wyższa wartość wskaźnika EWW, tym lepsze wyniki produkcyjne (Gornowicz i in. 2005). W badanej fermie parametr ten był istotnie ($P \leq 0,05$) wyższy w grupie o niższej obsadzie.

Tabela 1. Wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów

Wyszczególnienie	Grupa I	Grupa II
Obsada (szt./m ²)	12,8	18,3
Masa ciała kurcząt brojlerów w dniu uboju (kg)	2,38	2,35
Zużycie paszy na przyrost 1kg masy ciała (kg)	1,80	1,89
Śmiertelność (%)	2,51 ^a	3,48 ^b
EWW	306,9 ^a	285,7 ^b

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

Z przetwórczego i ekonomicznego punktu widzenia wydajność rzeźna powinna być jak najwyższa. Pozwala to na uzyskanie wyższej zawartości mięsa oraz większych możliwości przerobowych. Istotny wpływ na wyniki analizy rzeźnej kurcząt brojlerów ma ich masa ciała przed ubojem, co decyduje o masie tuszki i wyższej wydajności rzeźnej (Mazanowski 2011). W badanej fermie istotnie ($P \leq 0,05$) wyższą wydajność rzeźną stwierdzono w grupie o mniejszej obsadzie na 1 m² (Tab. 2). Koresponduje to z wynikami

badan prowadzonymi na kurczętach Ross 308 przez Rachwał (2006) oraz Gornowicz i in. (2005). Kokoszyński i Bernacki (2008) podają, że kurczęta tej rasy cechują dobre parametry poubojowe, a ich wydajność rzeźna może wynieść nawet 74,50%. Mikulski i in. (2011) wykazali, że kurczęta szybko rosnące bez względu na obsadę i dostęp do wybiegów miały większą masę ciała i wydajność rzeźną w porównaniu do kurcząt wolno rosnących. W badaniach własnych skóra tuszek kurcząt nie była istotnie zróżnicowana pod względem barwy. Barwa skóry wiąże się z zawartością różnej ilości tłuszczu podskórnego oraz stężenia znajdujących się w nim barwników (Orkus 2015). Według Połtowicz (2006) i Fanatico in. (2007), pigmentację skóry kurcząt brojlerów zwiększa dostęp ptaków do wybiegów.

Tabela 2. Cechy jakościowe tuszek kurcząt brojlerów

Wyszczególnienie	Grupa I	Grupa II
Masa tuszki bez podrobów (g)	1710,28 ^a ± 102,13	1671,50 ^b ± 112,24
Wydajność rzeźna bez podrobów (%)	72,02 ^a ± 3,28	70,91 ^b ± 3,28
Składowe barwy skóry L*	73,99 ± 1,98	74,15 ± 1,87
a*	2,26 ± 0,85	1,94 ± 0,72
b*	3,06 ± 0,61	2,99 ± 0,63

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

Tabela 3. Udział elementów kulinarnych w badanych tuszkach kurcząt brojlerów

Wyszczególnienie	Grupa I		Grupa II	
	Masa (g)	Udział (%)	Masa (g)	Udział (%)
Półowka	828,10 ± 33,12	48,42	808,78 ± 41,25	48,16
Ćwiartka przednia	473,38 ± 27,09	55,40	458,32 ± 25,68	54,84
Ćwiartka tylna	354,29 ± 23,12	41,42	341,73 ± 19,65	42,28
Noga	233,76 ± 22,45	13,68	235,97 ± 18,14	14,11
Skrzydło	104,66 ± 21,10	6,12	92,50 ± 19,62	5,53
Szyja ze skórą	54,02 ^a ± 3,10	3,16	45,13 ^b ± 2,58	2,70

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

Sprzedaż drobiu w postaci tuszek patroszonych nie zaspokaja indywidualnych potrzeb klientów, dlatego dostępne są na rynku również elementy kulinarne tuszki (Augustyńska-Prejsnar i in. 2014). Według konsumentów, najbardziej pożądaną częścią są mięśnie

piersiowe. W handlu dostępne są również ćwiartki tylne i skrzydła. Udział elementów kulinarnych w badanych tuszkach kurcząt brojlerów przedstawiono w tabeli 3. W badaniach własnych wykazano, że tuszki kurcząt brojlerów nie były zróżnicowane pod względem udziału elementów kulinarnych. Istotnie wyższy udział szyi ze skórą stwierdzono w grupie kurcząt o niższej obsadzie na 1 m².

Najcenniejszym elementem tuszki, chętnie nabywanym przez przemysł przetwórczy i indywidualnych konsumentów są mięśnie piersiowe (Augustyńska-Prejsnar i in. 2014). W badaniach wykazano wpływ wielkości obsady na ich udział u badanych kurcząt brojlerów. Istotnie ($P \leq 0,05$) większym udziałem mięśni piersiowych charakteryzowały się tuszki kurcząt utrzymywanych przy niższej obsadzie na 1 m² (Tab. 4). Uzyskane wyniki badań własnych są zbliżone do badań Gornowicz i in. (2005), prowadzonych na kurczętach Ross 308. Konsument oczekuje tuszek nieotłuszczonych. Kurczęta brojlery odkładają tłuszcz zapasowy w postaci tłuszczu sadełkowego. Jak podaje Rachwał (2006), gęstość obsady ma bezpośredni wpływ na odkładanie tłuszczu u kurcząt rzeźnych. W badaniach własnych wykazano, że wyższym udziałem tłuszczu sadełkowego charakteryzowały się tuszki ptaków utrzymywanych w grupie o niższej obsadzie na 1 m² (Tab. 4).

Tabela 4. Wydajność dysekcyjna badanych kurcząt brojlerów

Wyszczególnienie	Grupa I		Grupa II	
	Masa (g)	Udział (%)	Masa (g)	Udział (%)
Mięśnie piersiowe	518,14 ^a ±34,21	30,12	479,36 ^b ±27,09	28,68
Mięśnie nóg (udo, podudzie)	407,20±25,31	23,81	407,50±20,35	24,38
Kości	451,84±34,12	26,42	427,80±39,05	25,59
Skóra wraz z tłuszczem podskórnym	212,40±12,56	12,42	229,83±15,04	13,75
Tłuszcz sadełkowy	44,29 ^a ±4,10	2,59	51,32 ^b ±3,58	3,07
Pozostałe mięśnie	78,67±6,41	4,60	73,21±5,87	4,38

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

Jednym z najważniejszych wskaźników technologicznej przydatności mięsa do celów przetwórczych jest wodochłonność (Tong i in. 2014). Jak podaje Fanatico i in. (2007) oraz Chen (2013), gorsza wodochłonność mięsa związana jest z niższym pH. W badaniach własnych wykazano, że kurczęta brojlery z grupy I charakteryzowały się istotnie ($P \leq 0,05$) wyższym wskaźnikiem wodochłonności mięśni piersiowych w porównaniu z ptakami

odchowyanymi w grupie II (Tab. 5). Duża wodochłonność mięsa może pozytywnie wpływać na jego soczystość (Michalczuk i in. 2013).

Barwa jest istotnym wskaźnikiem określającym przydatność technologiczną mięsa jako surowca. Uzyskane wyniki pomiaru wskazują, że mięśnie piersiowe kurcząt z grupy I charakteryzowały się ciemniejszą barwą, o czym świadczą istotnie ($P \leq 0,05$) niższe wartości składowej barwy L^* (Tab. 5). Pomiar L^* wskazuje na stopień jasności i przy wysokich wartościach może mieć związek z gorszą jakością mięsa (Milan i in. 2011). Uzyskane wyniki są zbliżone z uzyskanymi przez Fletcher i in. (2000) oraz Milczarek i in. (2015). Natomiast Tong (2014) nie wykazał różnic w barwie mięsa kurcząt odchowyanych przy różnej obsadzie. W przeprowadzonych badaniach własnych nie wykazano istotnego wpływu obsady kurcząt brojlerów na siłę cięcia surowych mięśni piersiowych.

Tabela 5. Wyniki oceny parametrów fizykochemicznych surowych mięśni piersiowych badanych kurcząt brojlerów ($\bar{x} \pm s$)

Wyszczególnienie	Grupa I	Grupa II
pH ₁₅	5,94 $\pm$ 0,12	5,90 $\pm$ 0,10
pH ₂₄	5,90 $\pm$ 0,12	5,87 $\pm$ 0,10
Wodochłonność (%)	24,12 ^a $\pm$ 2,65	21,74 ^b $\pm$ 2,12
Składowe barwy L^*	51,23 ^a $\pm$ 2,07	53,91 ^b $\pm$ 1,95
a*	2,14 $\pm$ 0,99	2,45 $\pm$ 0,71
b*	5,81 $\pm$ 0,38	5,31 $\pm$ 0,90
Siła cięcia (N)	16,04 $\pm$ 3,45	16,81 $\pm$ 2,98

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

Parametrem przydatności przetwórczej mięsa jest wyciek po obróbce termicznej. W badaniach własnych wykazano istotny wpływ obsady na wielkość wycieku termicznego ($P \leq 0,05$) (Tab. 6). Ubytki termiczne są niepożądane ze względu na straty rozpuszczalnych składników mięsa, zmniejszenie jego soczystości oraz straty ekonomiczne (Pietrzak i in. 2013). Istotnie ($P \leq 0,05$) wyższe ubytki masy wykazano w próbkach pochodzących od ptaków utrzymywanych przy wyższej obsadzie (grupa II). Barwa mięsa jest także wyróżnikiem jakości technologicznej mięsa. Zmienia się podczas przemian poubojowych surowca rzeźnego oraz zastosowanej obróbki termicznej. Analizując wyniki pomiaru instrumentalnego barwy stwierdzono, że obsada ptaków na 1 m² nie miała wpływu na zróżnicowanie próbek po obróbce termicznej. Pomiar twardości jest jednym z najważniejszych ocenianych wyróżników teksturalnych. Podczas ogrzewania zmienia się twardość śródmięśniowej tkanki łącznej i kruchość mięsa, dlatego cecha ta jest jedną z ważnych cech jakościowych mięsa ocenianych

po obróbce termicznej. Istotnie mniejszą siłą cięcia (F max), czyli większą kruchością charakteryzowały się mięśnie piersiowe poddane obróbce termicznej, pochodzące od kurcząt utrzymywanych w grupie o niższej obsadzie na 1 m².

Tabela 6. Wyniki oceny parametrów fizykochemicznych mięśni piersiowych po obróbce termicznej badanych kurcząt brojlerów ($\bar{x} \pm s$)

Wyszczególnienie	Grupa I	Grupa II
Wyciek termiczny	9,56 ^a ± 0,98	11,87 ^b ± 1,02
Ubytki masy (%)	30,12 ^a ± 1,98	32,98 ^b ± 2,03
Składowe barwy L*	77,14 ± 4,64	78,11 ± 3,46
a*	1,86 ± 0,48	1,86 ± 0,39
b*	12,16 ± 1,46	11,86 ± 0,97
Siła cięcia (N)	18,05 ^a ± 3,40	19,61 ^b ± 2,74

a, b - średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)

4. Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że wielkość obsady kurcząt brojlerów miała wpływ na wyniki produkcyjne i wydajność rzeźną. Niższą śmiertelnością, wyższym wskaźnikiem EWW oraz wyższą masą tuszki i wydajnością rzeźną charakteryzowały się ptaki utrzymywane w kurniku o niższej obsadzie na 1 m². Tuszki badanych kurcząt brojlerów nie były zróżnicowane pod względem udziału elementów kulinarnych, stwierdzono jedynie istotnie wyższy udział szyi ze skórą w grupie kurcząt o niższej obsadzie. Analiza dysekccyjna wykazała mniejszy udział mięśni piersiowych i tłuszczu sadełkowego w grupie kurcząt o wyższej obsadzie na 1 m². W zakresie badanych cech surowe mięśnie piersiowe różniły się wodochłonnością i jasnością barwy (L*), natomiast po obróbce termicznej wykazano różnice pod względem wielkości wycieku termicznego, ubytków masy i siły cięcia. Korzystniejsze cechy jakościowe i cechy przydatności przetwórczej mięsa wykazano w grupie kurcząt utrzymywanych o niższej obsadzie na 1 m².

Literatura

Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z., 2014. Czynniki kształtujące jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów. Wiadomości Zootechniczne 2: 108-116.

Augustyńska-Prejsnar A., Ormian M., Gajdek., 2014. Wybory rynkowe kurcząt brojlerów w opinii studentów. Journal of Agribusiness and Rural Development 3 (33): 5-13.

Bombik T., Biesiada-Drzaga B., Bombik E., Frankowska A., 2011. The influence of temperature and humidity conditions on productivity and welfare of broiler chickens. Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica 10 (4): 23-30.

Chen X., Jiang W., Tan H.Z., Xu G.F., Zhang X.B., Wei S., Wang Q., 2013. Effects of outdoor access on growth performance, carcass composition, and meat characteristics of broiler chickens. *Poultry Science* 92: 435-443.

Fanatico A.C.P.B., Pillai P.B., Emmert J.L., Owens C.M., 2007. Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science* 86: 2245-2255.

Fletcher D.L., Qiao M., Smith D.P., 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat colour and pH. *Poultry Science* 79: 784-788.

Gornowicz E., Pawlak A., Dziadek K., 2005. Zawartość mięśni w tuszce kurcząt brojlerów. *Gospodarka Mięsna* 4: 24-25.

Górska M., Wojtysiak D., 2016. Wpływ długoterminowych czynników przyżyciowych na jakość sensoryczną mięsa drobiu grzebiącego. *Wiadomości Zootechniczne* 2: 171–176.

Kokoszyński D., Bernacki Z., 2008. Comparison of slaughter field and carcass tissue composition in broiler chickens of various origin. *Journal Central European Agriculture* 9: 11-16.

Mazanowski A. 2011. Nowoczesna produkcja kurcząt brojlerów. Wydawnictwo Pro Agricola Gietrzwałd.

Michalczyk M., Łukasiewicz M., Wnuk A., Damaziak K., Niemiec J., 2013. Wpływ dostępu do wybiegów na wyniki produkcyjne oraz wartość rzeźną kurcząt wolno rosnących Hubbard JA 957. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* t. 9, 2: 23-31.

Mikulski D., Celej J., Jankowski J., Majewska T., Mikulska M., 2011. Growth performance, carcass traits and meat quality of slower – growing and fast – growing chickens raised with and without outdoor access. *Asian-Australian Journal Animal Science* 10, 24: 1407-1416.

Milan R., Hansgeorg H., Klaus D., 2011. Meaning of the pH value for the meat quality of broilers. *Fleischwirtschaft* 91 (1): 89 -93.

Milczarek A., Osek M., Pachnik M., 2015. Porównanie wartości rzeźnej i jakości mięsa kurcząt certyfikowanych JA 957 i Ross 308. *Annales UMCS, Zootechnica* Vol. XXXIII (4): 31-39.

Orkusz A. 2015., Czynniki kształtujące jakość mięsa drobiu grzebiącego. *Nauki Inżynierskie i Technologie* 1 (16): 47-60.

Pietrzak D., Michalczyk M., Niemiec J., Mroczek J., Adamczyk L., Łukasiewicz M., 2013. Porównanie wybranych wyróżników jakości mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (687): 30-38.

Połtowicz K. 2006. Wpływ systemu chowu na jakość mięsa drobiowego. *Polskie Drobiarstwo* 4: 34-40.

Połtowicz K., Doktor J., 2011. Effect of free-range raising on performance, carcass attributes and meat quality of broiler chickens. *Animal Science Papers Reports* 29 (2): 139-149.

Rachwał A., 2006. Stopień otluszczenia brojlerów a czynniki będące źródłem tej cechy. Cz. IV. *Polskie Drobiarstwo* 8: 5-9.

Skomorucha I., Sosnowka-Czajka E., 2015. Wpływ systemu utrzymania kurcząt brojlerów na kształtowanie się wybranych parametrów jakościowych mięsa. *Roczniki Naukowe Zootechniki* T. 42, z. 1: 45-53.

Tong H.B., Cai J., Lu J., Wang Q., Shao D., Zou M., 2015. Effects outdoor access days on growth performance, carcass yield meat quality and lymphoid organ index of a local chicken breed. *Poultry Science* 94: 1115-1121.

Tyburcy A., 2006. *Technologia mięsa i jaj. Charakterystyka właściwości technologicznych mięsa* W: Wybrane zagadnienia z technologii żywności. Red. Mitek M., Słowiński M. Wyd. SGGW Warszawa.

Wang K.H.S.R., Shi S.R., Dou T.C., Sun H.J., 2009. Effect of a free-range raising system on growth performance carcass yield and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science* 88: 2219-2223.

Wpływ fitaz i glukanaz na defosforylację śruty i makuchów rzepakowych w warunkach symulujących przewód pokarmowy drobiu

Łukasz Byczyński⁽¹⁾, Krzysztof Żyła⁽¹⁾, Robert Duliński⁽¹⁾, Dagmara Poniewska⁽¹⁾

¹Katedra Biotechnologii Żywności, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Łukasz Byczyński: l.byczynski@ur.krakow.pl

Streszczenie

Wykorzystanie w żywieniu drobiu odpadów z produkcji olejów rzepakowych jest coraz powszechniejsze i uzasadnione ekonomicznie. Suplementacja pasz opartych na śrucie lub makuchach rzepakowych egzogennymi enzymami, takimi jak fitazy, poprawia efektywność produkcji drobiarskiej, zmniejszając potrzebę dodawania fosforanów i uwalniając inozytol, który traktowany jest u drobiu, jako czynnik wzrostu. W przeprowadzonych doświadczeniach symulowano niektóre etapy trawienia śruty i makuchów rzepakowych z dodatkiem fitaz i glukanaz. W uzyskanych dializatach oznaczono poziom inozytolu z wykorzystaniem metody HPAEC z detekcją amperometryczną, natomiast poziom fosforu analizowano metodą spektrofotometryczną. Stwierdzono, że śruta i makuch rzepakowy zawierają więcej całkowitego fosforu i *myo*-inozytolu niż nasiona rzepaku. Dodatek fitazy A i B w czasie trawienia *in vitro* makuchów i śruty rzepakowej istotnie zwiększał ilość uwalnianego fosforu. Najlepszą zdolność konwersji kwasu fitynowego do inozytolu odnotowano dla kombinacji fitaz A i B. Preparat Endofeed powodował wzrost biodostępności *chiro*-inozytolu.

Słowa kluczowe: fitazy, glukanazy, śruta rzepakowa, makuch rzepakowy, drób

Influence of phytase and glucanase on dephosphorylation of rapeseed meal and rapeseed oil cake in conditions simulating digestive tract of poultry

Summary

The use of rapeseed oil cake from the production of rapeseed oil in the feeding of poultry is an increasingly common and economically justified practice. Supplementation of feeds based on rapeseed meal and rapeseed cake with exogenous enzymes such as phytase, improves the efficiency of poultry production, reducing the need for the addition of phosphates and liberating inositol, which is a growth factor for poultry. In the experiments, digestion of rapeseed meal and rapeseed cake with the addition of phytases and glucanases was simulated. In the dialysates amounts of inositol were measured using HPAEC method with an amperometric detection, whereas phosphorus concentrations were analyzed with the spectrophotometric method. It was found that rapeseed meal and rapeseed cake contain more total phosphorus and *myo*-inositol than rapeseed. The addition of the phytases A and B during *in vitro* digestion of samples significantly increased the amounts of phosphorus released. The best conversion yield of phytic acid to inositol was the results of combination of phytases A and B. Furthermore, Endofeed preparation increased the bioavailability of *chiro*-inositol.

Keywords: phytase, glucanase, rapeseed meal, rapeseed cake, poultry

1. Wstęp

Rzepak stanowi główną roślinę oleistą uprawianą w Polsce. Produkcja oleju spożywczego i biopaliw sprawia, że z każdej tony nasion zostaje około 600–700 kg wytlóków, czyli poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i makuchu rzepakowego (Brzóska i in. 2010). Makuch jest odpadem z procesu tłoczenia oleju z nasion rzepaku, natomiast śrutę otrzymuje się, gdy makuch dodatkowo poddawany jest ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi. Wspomniane pozostałości, z uwagi na wysoką zawartość białka (od 28 do 38% białka ogólnego), są wartościowym komponentem paszowym, który z powodzeniem może częściowo zastępować śrutę sojową (Brzóska i in. 2010). Przy czym uważa się, że makuchy rzepakowe mają większą wartość energetyczną dla drobiu niż śruta rzepakowa (Smulikowska

2006). Zużycie pasz rzepakowych w żywieniu niosek w Polsce wynosi 80 tys. ton, a w żywieniu kurcząt rzeźnych 300 tys. ton rocznie, natomiast perspektywy zastosowania śruty i makucha rzepakowego w żywieniu drobiu szacuje się łącznie na około 500–600 tys. ton rocznie (Brzóska i in. 2010).

Wytłoki rzepakowe są bogatym źródłem fosforu (około 11 g/kg), jednak w 60 do 90% związanego w postaci niedostępnego dla drobiu kwasu fitynowego (heksakisfosforanu *mio*-inozytolu) (Smulikowska 2006). Dodatkowo silnie ujemnie naładowany kwas fitynowy wiąże mikro i makroelementy (głównie Zn, Ca, Cu i Fe), a także białka, w postaci soli – fitynianów (Sakai 2015), tym samym zmniejszając ich przyswajalność przez ptaki.

W celu rozkładu antyodżywczych fitynianów można zastosować różne preparaty fitazy – enzymów hydrolizujących kwas fitynowy do fosforanów *mio*-inozytolu oraz wolnego *mio*-inozytolu i jonów fosforanowych. W badaniach *in vitro* prowadzonych przez Ruthefurth i in. (2004) uzyskano poziom defosforylacji fitynianów w śrucie rzepakowej od 23 do 60% w zależności od dawki fitazy.

Stosowane powszechnie w żywieniu drobiu fitazy nie powodują jednak całkowitej hydrolizy kwasu fitynowego i ich końcowym produktem jest najczęściej 2-monofosforan-*mio*-inozytolu (Wyss i in. 1999). Rozwiązaniem jest zastosowanie dwóch enzymów, Żyła i Koreleski (1993) wykorzystując preparat uzyskany z *Aspergillus niger* zawierający aktywności fitazy (EC 3.1.3.8) i kwaśnej fosfatazy (EC 3.1.3.2), doprowadzili do całkowitej defosforylacji śruty rzepakowej w czasie 4 godzin inkubacji w pH 4.5. Uwolniony, dzięki całkowitej hydrolizie kwasu fitynowego, *mio*-inozytol może stymulować przyrost masy u ptaków, a jego izomer *chiro*-inozytol naśladuje działanie insuliny (insulinomimetyk) (Gao 2015). *Chiro*-inozytol najczęściej występuje w postaci metylowej pochodnej – D-pinnitolu lub fagopirytole, w których połączony jest z oligomerem galaktozy (Gomes i in. 2005), stąd dodatek enzymów rozkładających polisacharydy może wpłynąć na uwalnianie i hydrolizę fagopirytole. Suplementacja kombinacją fitazy i innych enzymów, jak amylazy i proteazy, pozwala na polepszenie efektywności produkcji drobiarskiej poprzez zwiększoną strawność niskiej jakości składników paszy i zmniejszenie stężenia składników pokarmowych w odchodach. Zastosowanie koktajli enzymatycznych umożliwia uzyskiwanie najwyższych, znanych w literaturze, wartości retencji fosforu u drobiu – do 80% (Żyła i in. 2001).

Celem przedstawionych w niniejszej pracy badań było oszacowanie wpływu dodatku fitazy A i fitazy B samodzielnie oraz z preparatem Endofeed na ilość uwolnionego fosforu oraz *mio*- i *chiro*-inozytolu z wytłoków rzepakowych w warunkach *in vitro*.

2. Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły dwa rodzaje śruty oraz makuchów rzepakowych. Analizowane materiały otrzymano z upraw Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (próbki 1) oraz Instytutu Zootechniki PIB w Balicach koło Krakowa (próbki 2). Jako materiał odniesienia zastosowano zmielone nasiona rzepaku pochodzące z upraw na terenie Wielkopolski. Materiał poddawany analizom zmielono do ziaren o średnicy około 0,1 mm.

W badaniach wykorzystano preparaty: 3-fitazy A (Natuphos, BASF) o aktywności 5300 FTU/g; fitazy B (Finase AP, AB Enzymes) o aktywności 13150 AcPU/g oraz preparat Endofeed DC (Andrés Pintaluba S.A. zawierający 1100 U endo-1,3(4)-beta-glukanazy i 1600 U endo-1,4-beta-xylanazy/g).

Zawartość inozytolu całkowitego wyznaczono wykorzystując metodę ekstrakcji zaproponowaną przez Darbre’a i Norrisa (1956).

Zawartość fosforu całkowitego oznaczono metodą mineralizacji „na mokro” z wykorzystaniem zestawu Digesdahl Digestion Apparatus (Hach Comp., USA), w którym naważkę (0,25 g) materiału spala się w obecności kwasu siarkowego i perhydrolu. Otrzymany mineralizat doprowadzono do pH 3,0 za pomocą NaOH, dopełniono do 100 ml i po 24 godzinach wykonano pomiary.

Metoda *in vitro* została opracowana przez Żyłę i in. (1995) w celu symulacji trawienia paszy w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego drobiu. Do strzykawek z obciętym końcem naważono po 1 g próbek, materiał zwilżono 50 μ l 1M HCl, po czym dodano 1,5 ml wody dejonizowanej (kontrola), do kolejnej 1 FTU/g fitazy A i 1 FTU/g fitazy B (próbka Fitaza A+B), do następnej preparatu Endofeed (0,125 mg/g), a do ostatniej strzykawki zarówno fitazę A (1 FTU/g), fitazę B (1 FTU/g), jak i Endofeed (0,125 mg/g). Wszystkie próbki wykonano w trzech powtórzeniach. Zawartość każdej ze strzykawek mieszano i inkubowano przez 30 minut w 40°C. Po tym czasie dodawano 0,5 ml 1,5 M HCl oraz 3000 jednostek pepsyny (Sigma-Aldrich, P6887) i inkubowano w 40°C przez 45 minut. Następnie inkubację przerywano i wprowadzano do strzykawek po 0,455 ml roztworu pankreatyny (5,6 mg/ml) (Sigma-Aldrich, P-7545) w 1M NaHCO₃. Po wymieszaniu zawartość strzykawek przenoszono do woreczków dializacyjnych i umieszczano w kolbach zawierających po 50 ml 0,1 M NaCl w 0,05M buforze bursztynianowym o pH 6,1 i temperaturze 40°C. Woreczki z próbkami inkubowano przez 240 minut. Otrzymane dializaty przechowywano do dalszych analiz (-20°C).

Fosfor nieorganiczny w dializacie i próbkach zmineralizowanych oznaczano według metody opracowanej przez Fiske i Subbarowa (1925).

Analizę *mio*- i *chiro*-inozytolu całkowitego oraz dializowalnego prowadzono metodą HPAEC-PAD z wykorzystaniem chromatografu UltiMate 3000 (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) w oparciu o metodykę zaprezentowaną przez Dulińskiego i in. (2011). Integrację i obróbkę danych przeprowadzono z wykorzystaniem programu Chromeleon wersja 8.0.

Otrzymane wyniki pomiarów poddano jednoczynnikowej oraz dwuczynnikowej analizie wariancji posługując się pakietem statystycznym Statgraphics Plus 5.1.

3. Wyniki

Jak wynika z danych zebranych w tabeli 1 całkowita zawartość fosforu w nasionach rzepaku wynosiła 6,8 mg/g i była istotnie mniejsza niż w wytlókach rzepakowych. Natomiast średnia zawartość fosforu w śrucie wynosiła 11,3 mg/g i okazała się wyższa niż w badanych makuchach (10,5 mg/g). Różnica zawartości fosforu całkowitego w obrębie analizowanych dwóch próbek śruty rzepakowej wynosiła 0,6 mg/g i nie była statystycznie istotna, podobnie było w przypadku makuchów rzepakowych, pomiędzy którymi różnica w średniej zawartości fosforu całkowitego wynosiła 0,4 mg/g.

Podobne zależności zaobserwowano w ilości *mio*-inozytolu całkowitego w badanych próbkach (tabela 1). Najmniejszą zawartość *mio*-inozytolu zanotowano w próbkach nasion rzepaku, natomiast poziom tego związku w wytlókach rzepakowych był zbliżony i nie różnił się istotnie, za wyjątkiem próbki makuchów 1, która zawierała od 0,5 do 0,6 mg mniej analizowanej substancji w stosunku do pozostałych wytlóków. Najbardziej zróżnicowany w badanych obiektach okazał się poziom *chiro*-inozytolu całkowitego. Nasiona rzepaku oraz śruta rzepakowa 2 zawierały najniższe ilości tego związku, istotnie więcej było go w makuchu 1, natomiast najwyższe wartości – powyżej 800 µg/g, odnotowano w próbkach śruty rzepakowej 1 i makucha 2.

Tabela 1. Całkowita zawartość fosforu i izomerów inozytolu w badanych próbkach rzepaku, śruty i makuchów rzepakowych

Próbka	P (mg/g)	<i>mio</i> -inozytol (mg/g)	<i>chiro</i> -inozytol (µg/g)
rzepak	6,8 ± 0,49 ^a	2,72 ± 0,098 ^a	592 ± 29,0 ^a
śruta rzepakowa 1	11,6 ± 0,68 ^c	4,09 ± 0,018 ^c	847 ± 10,4 ^c
śruta rzepakowa 2	11,0 ± 0,46 ^{bc}	3,98 ± 0,142 ^c	628 ± 22,7 ^a
makuch rzepakowy 1	10,3 ± 0,48 ^b	3,48 ± 0,107 ^b	693 ± 43,9 ^b
makuch rzepakowy 2	10,7 ± 0,66 ^{bc}	3,98 ± 0,176 ^c	814 ± 37,1 ^c

a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p \leq 0,05$), LSD

W tabeli 2 zebrano dane przedstawiające ilości fosforu uwolnionego z próbek wytlóków rzepakowych i rzepaku w trakcie doświadczenia *in vitro*. Dodatek preparatu Endofeed do próbek badanych obiektów nie wpływał istotnie na ilość uwalnianego do dializatu fosforu. Największą różnicę pomiędzy próbką kontrolną a próbką z dodatkiem preparatu Endofeed, wynoszącą 0,18 mg P/g, zaobserwowano w przypadku śruty rzepakowej 2. W pozostałych przypadkach różnica była niższa i nie przekraczała 0,06 mg P/g. Istotny z punktu widzenia defosforylacji badanych wytlóków rzepakowych i nasion rzepaku okazał się dodatek mieszaniny fitazy A z fitazą B. Ilość uwalnianego fosforu po dodaniu wspomnianych fitaz wzrastała w stosunku do próbek kontrolnych czterokrotnie dla próbek śruty rzepakowej 2 i makuchu 1, pięciokrotnie dla próbek rzepaku i śruty 1 i prawie sześciokrotnie dla makuchu 2.

Tabela 2. Ilości fosforu uwolnionego z badanych próbek rzepaku, śruty i makuchów rzepakowych pod wpływem zastosowanych enzymów w trakcie doświadczenia *in vitro*

Próbka	kontrola	Endofeed	fitaza A +fitaza B	fitaza A+B +Endofeed	SEM	Średnia
	P (mg/g)					
rzepak	0,66 ^{aA}	0,72 ^{aA}	3,27 ^{bA}	2,95 ^b	0,244	1,90 ^A
śruta rzepakowa 1	0,72 ^{aA}	0,69 ^{aA}	3,82 ^{bAB}	3,76 ^b	0,294	2,25 ^{BC}
śruta rzepakowa 2	0,86 ^{aB}	1,04 ^{aB}	3,64 ^{bAB}	4,20 ^b	0,155	2,44 ^{BC}
makuch rzepakowy 1	0,83 ^{aB}	0,79 ^{aA}	3,33 ^{bA}	3,74 ^b	0,217	2,17 ^{AB}
makuch rzepakowy 2	0,71 ^{aA}	0,74 ^{aA}	4,51 ^{bB}	4,15 ^b	0,242	2,53 ^C
SEM	0,020	0,042	0,294	0,363		0,117
Średnia	0,76 ^a	0,80 ^a	3,71 ^b	3,76 ^b	0,105	

a, b – średnie w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p \leq 0,05$), test LSD.

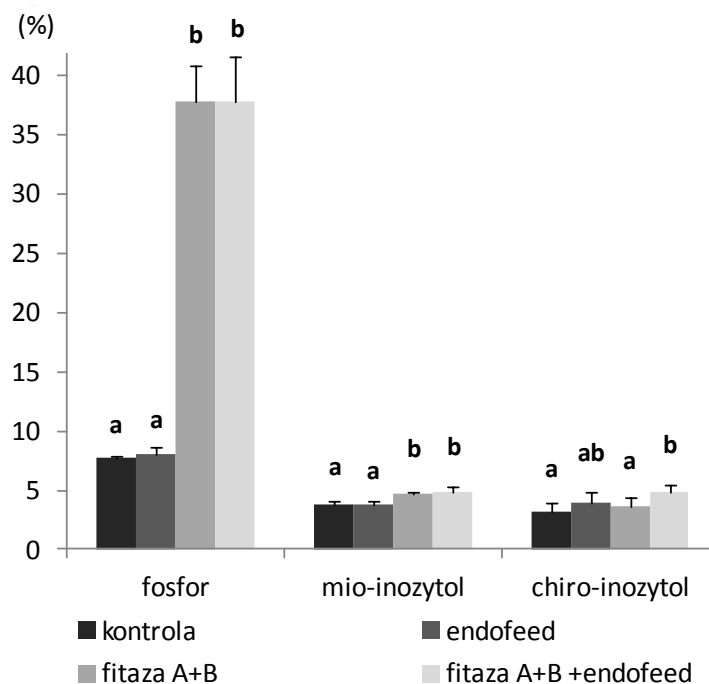
A, B – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p \leq 0,05$), test LSD.

SEM – błąd średniej arytmetycznej.

W próbkach makuchu 2 z dodatkiem fitaz A i B odnotowano najwyższą ilość uwolnionego fosforu w stosunku do pozostałych wytlóków i nasion rzepaku. Dodatek preparatu Endofeed wraz fitazami A i B do wytlóków rzepakowych i nasion rzepaku nie wpływał istotnie na wzrost ilości uwalnianego fosforu w stosunku do próbek zawierających wyłącznie fitazy A i B. W próbkach rzepaku, śruty 1 i makuchu 2 obserwowano mniejsze ilości, natomiast w próbkach śruty 2 i makuchu 1 nieznacznie większe ilości uwalnianego fosforu w porównaniu do próbek z dodatkiem samych fitaz. Średnia ilość uwalnianego fosforu z wytlóków była istotnie wyższa niż z nasion rzepaku, jednak próbki makuchów były pod tym względem bardziej zróżnicowane niż próbki śruty rzepakowej. Średni wpływ dodatku preparatów enzymatycznych na ilość uwalnianego fosforu z wytlóków i nasion rzepaku okazał się istotny dla próbek, do których wprowadzono preparaty fitaz A i B.

W celu oceny poziomu defosforylacji badanych wytlóków i nasion rzepaku dokonywanych z użyciem fitaz i glukanz posłużono się parametrem biodostępności. Biodostępność zdefiniowano, jako wyrażony procentowo stosunek ilości analizowanego związku uwolnionego do dializatu w doświadczeniu *in vitro*, do całkowitej jego zawartości w badanym materiale. Wpływ zastosowanych preparatów enzymatycznych na średnie wyniki biodostępności fosforu, *mio*- i *chiro*- inozytolu dla wszystkich badanych obiektów przedstawiono na rysunku 1, natomiast na rysunku 2 przedstawiono różnice w średniej biodostępności fosforu, *mio*-inozytolu i *chiro*-inozytolu osobno dla nasion rzepaku i każdego z badanych wytlóków.

Średnia biodostępność fosforu dla próbek kontrolnych wynosiła 8% i nie różniła się od obiektów, do których wprowadzono preparat Endofeed. Poziom biodostępności fosforu zwiększał się istotnie do 38% dla próbek, do których wprowadzono mieszaninę preparatów fitazy A i fitazy B. Wprowadzenie preparatu Endofeed razem z fitazami w czasie doświadczenia *in vitro* nie wpływało na zmianę średniej biodostępności fosforu.

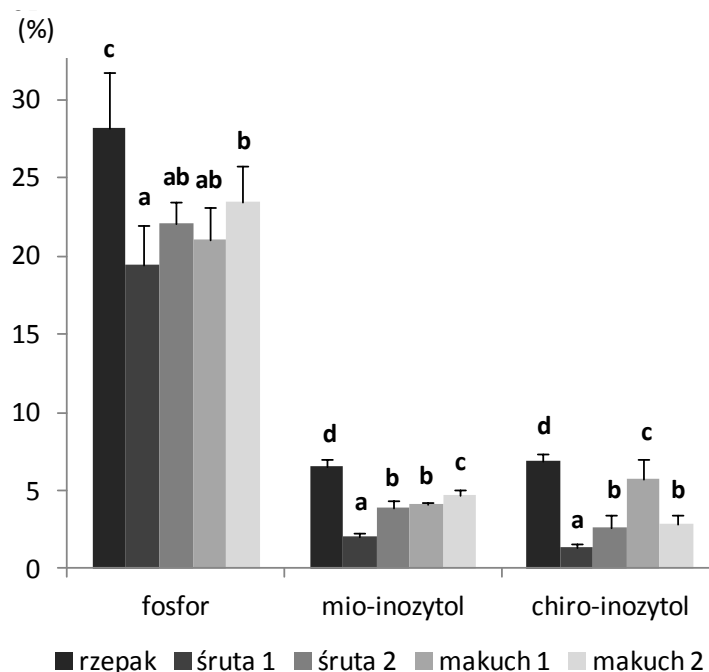


Rys. 1. Wpływ dodatku fitazy A i B oraz glukanz (Endofeed) na średnią biodostępność (%) fosforu, *mio*- i *chiro*-inozytolu z rzepaku i wytlóków rzepakowych. Wartości średnie różniące się w sposób statystycznie istotny (dwuczynnikowa ANOVA) oznaczono różnymi literami ($\alpha=0,05$, test LSD)

Podobne zależności zaobserwowano w poziomach biodostępności *mio*-inozytolu – w próbkach kontrolnych i z dodatkiem glukanz biodostępność tego związku wynosiła poniżej 4%, natomiast po dodaniu fitaz A i B wzrastała do prawie 5% i ta niewielka różnica była statystycznie istotna.

Zaobserwowano z kolei, że biodostępność *chiro*-inozytolu zależała od obecności preparatu Endofeed w badanych próbkach. W próbkach kontrolnych średnia biodostępność tego związku wynosiła 3,2%, natomiast po wprowadzeniu preparatu Endofeed wzrastała do 4%, a przy dodatkowej obecności fitaz A i B średnia biodostępność *chiro*-inozytolu osiągała poziom 4,8%.

Porównując średnie poziomy biodostępności analizowanych związków w wykorzystywanych w badaniach materiałach, można zaobserwować, że nasiona rzepaku wykazywały istotnie wyższą biodostępność zarówno fosforu, jak i *mio*- i *chiro*- inozytolu w stosunku do wycieków rzepakowych (Rys. 2).



Rys. 2. Średnia biodostępność fosforu, *mio*- i *chiro*-inozytolu (%) z rzepaku i wycieków rzepakowych. Wartości średnie różniące się w sposób statystycznie istotny (dwuczynnikowa ANOVA) oznaczono różnymi literami ($\alpha=0,05$, test LSD)

Poziom biodostępności analizowanych substancji w wyciekach był bardzo zróżnicowany. Najwyższą biodostępność fosforu (24%) i *mio*-inozytolu (4,7%) wśród wycieków prezentował makuch 2, natomiast makuch 1 i śruta 2 wykazywały zbliżone biodostępności, a najniższe wartości tego parametru charakteryzowały śrutę 1 – odpowiednio 19% dla fosforu i 2% dla *mio*-inozytolu. Z kolei najwyższą biodostępnością *chiro*-inozytolu (5,8%) charakteryzował się makuch 1, makuch 2 i śruta 2 wykazywały zbliżone wartości (2,9 i 2,6%), natomiast najniższą (spośród wycieków) biodostępność tego związku (1,4%) prezentowała śruta 1.

4. Dyskusja

Zaobserwowany pozytywny wpływ dodatku fitazy A i B na defosforylację śruty i makuchów rzepakowych jest wyraźny i zbliżony do wyników otrzymanych przez innych badaczy. Rutherford i in. (2004) w badaniach *in vitro* wykazali, że wprowadzenie do śruty rzepakowej 3-fitazy A w dawce 1000 U/kg przy pH 5,5 powoduje wzrost ilości uwolnionego fosforu o 41% (w stosunku do kontroli bez enzymu) w ciągu 4 h inkubacji. Z kolei w badaniach *in vivo* Janocha i in. (2000) zaobserwowali u kurcząt broilerów 16% wzrost dostępności fosforu z wytlóków rzepakowych (podawanych jako jedyna pasza) po wprowadzeniu 500 FTU fitazy A/kg paszy, dodatek enzymu spowodował również wzrost strawności białka i tłuszczu. Szacuje się, że dostępne na rynku fitazy są zdolne do uwolnienia w przybliżeniu 40% fosforu fitynowego z komercyjnie stosowanych pasz w żywieniu niosek (Roland i in. 2003).

Istnieje niewiele publikacji opisujących wpływ dodatku fitaz i glukanaż na defosforylację wytlóków rzepakowych. W przypadku standardowych pasz obserwuje się pozytywne działanie ksylanazy z fitazą na zwiększenie masy ciała i efektywność wykorzystania paszy (Peng i in. 2003). Żyła i in. (2001) stwierdzili, że wzrost defosforylacji po dodaniu ksylanazy może wynikać ze spadku lepkości treści jelitowej. W przeprowadzonych przez nas badaniach wzrost defosforylacji pod wpływem dodanych enzymów glikolitycznych nie okazał się statystycznie istotny, być może wynikało to ze zbyt niskiej dawki preparatu.

Interesujący jest zaobserwowany istotnie wyższy poziom biodostępności fosforu z nasion rzepaku w stosunku do wytlóków rzepakowych. Przyczyną tego zjawiska może być obecność endogennej aktywności fitaz i innych enzymów w nasionach, ponieważ zarówno śruta, jak i makuch były poddawane obróbce mechaniczno-termicznej w wyniku której endogenne enzymy ulegały denaturacji. Natomiast różnice biodostępności fosforu oraz *mio*- i *chiro*-inozytolu pomiędzy wytlókami mogą wynikać z odmiennych sposobów otrzymywania poszczególnych komponentów, różnicy odmian rzepaku, warunków ich uprawy (Smulikowska i in. 2006), a także od rodzaju prasy do wylaczania oleju. Przykładowo, niższą zawartość tłuszczów, a wyższą białka uzyskuje się z rzepaku tłoczonego na prasach wysokiego zgniotu (Brzóska 2010).

Wytloki rzepakowe ze względu na skład aminokwasowy mogą stanowić zamiennik śruty sojowej w materiałach paszowych. Duliński i in. (2011) oznaczyli zawartość *mio*-inozytolu całkowitego i dializowanego (*in vitro*) w śrucie sojowej, całkowita wynosiła 5,97 mg/g, jest to o prawie 2 mg wyższa wartość niż w zbadanych przez nas wytlókach

rzepakowych. Ponadto biodostępność *mio*-inozytolu ze śruty sojowej wynosiła 37%, podczas gdy biodostępność z wytlóków rzepakowych maksymalnie osiągała 5%. Uzyskane wyniki mogą wskazywać na lepszą strawność pasz ze śrut sojowych w porównaniu do rzepakowych.

Inozytol traktowany jest w niektórych publikacjach, jako substancja o działaniu zbliżonym do witamin, a jego niedobór u zwierząt doświadczalnych wywołuje zaburzenia w przemianach tłuszczów i zahamowania wzrostu (Moszczyński i Pyć, 1999). Suplementacja *mio*-inozytolem może skutkować lepszym wzrostem kurcząt, spadkiem otluszczenia wątroby i zwiększoną produkcją jaj (Couch i Grossie, 1970). W naszych badaniach mimo dodatku preparatów enzymatycznych biodostępność *in vitro* inozytolu okazywała się niska (do 5-6%), co może wskazywać, że większość jego cząsteczek występuje w badanym materiale nie w postaci kwasu fitynowego, lecz jako komponent fosfolipidów błon lub w innej postaci, co zmniejsza jego dostępność dla wykorzystywanych enzymów.

5. Wnioski

Przeprowadzone analizy wykazały, że wytloki rzepakowe zawierają istotnie więcej fosforu i *mio*-inozytolu całkowitego niż nasiona rzepaku, a całkowita zawartość *chiro*-inozytolu w makuchach jest wyższa niż w nasionach rzepaku.

W doświadczeniu *in vitro* dodatek fitazy A z fitazą B powodował istotne zwiększenie poziomu defosforylacji i biodostępności fosforu oraz *mio*-inozytolu ze śruty i makuchów rzepakowych, a dodatek preparatu Endofeed zwiększał biodostępność *chiro*-inozytolu.

Biodostępność fosforu, *mio*- i *chiro*-inozytolu ze śruty i makuchów rzepakowych jest zróżnicowana i zależy od pochodzenia materiału, oraz jest niższa od biodostępności tych składników z nasion rzepaku.

Literatura

Brzóska F., Śliwiński B., Michalik-Rutkowska O., 2010. Pasze rzepakowe Cz. 1 i 2. Wiadomości Zootechniczne R. XLVIII 2–3: 11–29.

Couch J. R., Grossie B., 1970. Choline and inositol in laying hen nutrition. Poultry Science 49(6): 1731-1733.

Dabre A., Norris F.W., 1956. Determination of free and combined inositol in the ungerminated bean seed and the young plant. Biochemical Journal 66(3): 404-407.

Duliński R., Starzyńska-Janiszewska A., Stodolak B., Żyła K., 2011. Comparison of high-performance ion chromatography technique with microbiological assay of *myo*-inositol in plant components of poultry feeds. Journal of Animal and Feed Sciences 20: 143–156.

Fiske C. H., Subbarow Y., 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66(2): 375-400.

Gao Y., Zhang M., Wu T., Xu M., Cai H., Zhang Z., 2015 Effects of D-Pinitol on Insulin Resistance through the PI3K/Akt Signaling Pathway in Type 2 Diabetes Mellitus Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63(26): 6019-6026.

Gomes C.I., Obendorf R.L., Horbowicz M. 2005. *Myo*-inositol, *D-chiro*-inositol, and *D*-pinitol synthesis, transport, and galactoside formation in soybean explants. *Crop Science* 45: 1312-1319.

Janocha A., Osek M., Klocek B., 2000. Wpływ fitazy na wykorzystanie fosforu i składników pokarmowych z wytloku rzepakowego przez kurczęta brojlery. *Rośliny Oleiste*, 21: 707-712.

Moszczyński, P., Pyć, R., 1999. *Biochemia witamin część II – witaminy lipofilne i kwas askorbinowy*. Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Warszawa.

Peng Y.L., Guo Y.M., Yuan J.M., 2003. Effects of Microbial Phytase Replacing Partial Inorganic Phosphorus Supplementation and Xylanase on the Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broilers Fed Wheat-based Diets. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 16(2): 239-247.

Roland, D. A., Ahmad, H. A., Yadalam, S. S., Sefton, T., 2003. Effect of nongenetically modified phytase supplementation on commercial leghorns. *The Journal of Applied Poultry Research* 12: 257-263.

Rutherford S.M., Chung T.K., Moughan P.J., 2004. The effect of commercial microbial phytasepreparation on the *in vitro* release of phosphorus and amino acids from selected plant feedstuffssupplemented with free amino acids. *Journal of Animal Feed Sciences* 13: 677-690.

Sakai H., Iwai T., Matsubara C., Usui Y., Okamura M., Yatou O., Terada Y., Aoki N., Nishida S., Yoshida K.T., 2015. A decrease in phytic acid content substantially affects the distribution of mineral elements within rice seeds. *Plant Science* 238: 170-177.

Smulikowska S., 2006. Wartość odżywcza wytlóków rzepakowych produkowanych w kraju dla drobiu. *Wiadomości Zootechniczne R. XLIV* 3: 22-28.

Smulikowska S., Mieczkowska A., Czerwiński J., Weremko D., Nguyen C.V., 2006. Effects of exogenous phytase in chickens fed diets with differently processed rapes. *Journal of Animal and Feed Sciences* 15: 237–252.

Wyss M., Brugger R., Kronenberger A., Remy R., Fimbel R., Oesterheld G., Lehmann M., Loon A.P.G.M., 1999. Biochemical characterization of fungal phytases (*myo*-inositol

hexakisphosphate phosphohydrolases): catalytic properties. *Applied and Environmental Microbiology* 65(2): 367-373.

Żyła K., Koreleski J., 1993. *In vitro* and *in vivo* dephosphorylation of rapeseed meal by means of phytate-degrading enzymes derived from *Aspergillus niger*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 61: 1-6.

Żyła, K., Ledoux, D. R., Garcia, A., Veum, T. L., 1995. An *in vitro* procedure for studying enzymic dephosphorylation of phytate in maize-soyabean feeds for turkey poults. *British Journal of Nutrition* 74: 3-17.

Żyła K., Koreleski J., Świątkiewicz S., Ledoux D.R., Piironen J., 2001. Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of broilers fed wheat-based diets to 6 weeks of age. *Animal Feed Science and Technology* 89: 113-118.

Possibility of flaxseed oil ethyl esters application in lambs fattening

Katarzyna Czyż⁽¹⁾, Robert Bodkowski⁽¹⁾, Tomasz Wysoczański⁽²⁾, Ewa Sokoła-Wysoczańska⁽³⁾, Bożena Patkowska-Sokoła⁽¹⁾

¹Institute of Animal Breeding, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland

²FLC Pharma Ltd., Wrocław, Poland

³Lumina Cordis Foundation, Wrocław, Poland

Katarzyna Czyż: katarzyna.czyz@upwr.edu.pl

Summary

The aim of the study was to determine the possibility of flaxseed oil ethyl esters rich in alpha-linolenic acid (ALA) in application lamb fattening in order to enrich their meat fatty acid profile with omega-3 fatty acids. The study was conducted on Polish Merino lambs. Two groups of lambs were created: control and experimental (50 g esters/head/day). After 7 weeks of fattening, the lambs were slaughtered and meat samples were collected for analysis. Approximately 5-10% decrease in total saturated fatty acids was noted. The proportion of unsaturated fatty acids increased by about 6-7%, ALA level increased by 40-50%. These changes were reflected in the ratio of unsaturated to saturated fatty acids and fat quality indices values. Taking into account the favorable changes in lamb meat fatty acid profile, such meat can constitute the so-called functional foods, the high content of ALA, the precursor of EPA and DHA, should be emphasized.

Keywords: lamb meat, dietary supplementation, flaxseed oil, omega-3 fatty acids

Możliwość zastosowania estrów olej lnianego w tuczu jagniąt

Streszczenie

Celem badań było określenie możliwości zastosowania estrów etylowych z oleju lnianego o wysokiej koncentracji kwasu alfa-linolenowego (ALA) w tuczu jagniąt w celu wzbogacenia profilu kwasów tłuszczowych ich mięsa w kwasy z rodziny omega-3. Badania przeprowadzone zostały na jagniętach rasy merynos polski. Utworzono dwie grupy jagniąt: kontrolną i doświadczalną (50 g estru/szt./dzień). Po 7 tygodniach tuczu jagnięta zostały ubite i pobrane zostały od nich próby mięsa do analiz. Zaobserwowano ok. 5-10% spadek sumy nasyconych kwasów tłuszczowych. Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych zwiększył się o ok. 6-7%, poziom kwasu ALA wzrósł o 40-50%. Zmiany te znalazły odzwierciedlenie w stosunku kwasów nienasyconych do nasyconych, oraz wartościach indeksów jakości tłuszczu. Biorąc pod uwagę korzystne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych mięsa jagniąt, mięso takie może stanowić tzw. żywność funkcjonalną, podkreślić należy wysoki wzrost zawartości kwasu ALA, będącego w organizmie prekursorem EPA i DHA.

Słowa kluczowe: jagnięcina, suplementacja diety, olej lniany, kwasy tłuszczowe omega-3

1. Introduction

An increasing interest has been observed last years in the so-called functional food, which except nutritional properties, contains some biologically active components beneficial for human health. This is accompanied by the fact that the consumers are more aware of the significance of their diet and quality of food they consume. The concept of functional food is derived from the tradition of Far East, where the food and medicaments used to be treated equally (Kudelfka and Łobaza 2007). The studies concerning an examination of animal origin food quality are often focused on the content of compounds of proven biological activity, and the profile of fatty acids is commonly examined in such food (Diaz et al. 2005, Popova 2007). Additionally, the number of studies aimed at an increase in the content of such biologically

active compounds in animal origin food has been increasing progressively, and the application of nutritional strategies in order to improve the quality of animal origin products, including fatty acids profile improvement, is a commonly observed phenomenon (Nieto and Ros 2012).

A very important issue is the content of omega-3 and omega-6 fatty acids in food, which cannot be synthesized by an organism, and thus must be provided with a diet (Bałasińska et al. 2010). Therefore, the supplementation of animal feed is often focused on the products rich in these acids, like fish oil, marine algae or various plant oils (Chojnacka et al. 2009, Bodkowski and Patkowska-Sokoła 2013a, 2013b, Urrutia et al. 2016). Among them, the flaxseed oil is a rich source of alpha-linolenic acid (ALA) belonging to omega-3 acids, which is a precursor of other polyunsaturated fatty acids, i.e., eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) with evidenced beneficial properties for human health (Davidson 2013, Wysoczański et al. 2016).

Ethyl esters of flaxseed oil used in this study are an interesting alternative in dietary supplementation of both humans and animals. They demonstrate a significant predominance over the flaxseed oil being a substrate for their production, i.e., their bioavailability is a few-fold higher, they are deprived of harmful substances contained in the oil, like linamarine, amigdaline, lotaustraline. The esters exhibit considerably higher stability and chemical purity (Sokoła-Wysoczańska et al. 2014). Moreover, the ethyl esters of flaxseed oil have been successfully used in cow and sheep milk enrichment with omega-3 fatty acids (Patkowska-Sokoła et al. 2014).

Therefore, the aim of this study was to determine the possibility of an application of flaxseed oil ethyl esters in fattening lambs feeding in order to enrich their meat with omega-3 fatty acids.

2. Material and methods

- **Flaxseed ethyl esters preparation**

The preparation applied to animals was obtained spraying the ethyl esters made of flaxseed oil (manufactured by FLC Pharma Ltd., Poland) on a mineral carrier (Humokarbowit manufactured by PHW Tronina, Poland). This allowed to obtain the preparation of a solid consistency willingly consumed by the animals.

- **Experimental animals**

The study was conducted on the lambs of Polish Merino breed maintained in Agrominor farm in Mokrzeszów (Poland). The animals were housed indoor on a deep litter, fed according to the standards of sheep nutrition with concentrate feed and grassland hay,

with constant access to water and salt licks. The experiment involved 2 groups of animals (8 animals in each group): the control group (C), and the experimental group (E), where the animals were individually supplemented with flaxseed ethyl esters preparation in amount of 50 g/head/day for 7 weeks. After that period, the animals were slaughtered, loin and leg samples were collected for laboratory analyses.

- Laboratory analyses

Basic composition of collected meat samples, i.e. the content of fat, protein, ash and dry matter, was determined in the laboratory of the Department of Animal Nutrition and Feed Management, Wrocław University of Environmental and Life Sciences according to routinely used procedures. Fatty acids profile of analyzed samples was determined on gas chromatograph Agilent 7890A using Sulpeco standards in the Laboratory of Milk Assessment and Analysis, Institute of Animal Breeding, Wrocław University of Environmental and Life Sciences.

- Lipid quality indices

The indices of lipid quality, i.e. index of atherogenicity (IA) and index of thrombogenicity (IT), were calculated based on the fatty acids profile of examined samples according to the following formulas:

$$IA = \frac{C12:0+4 \times C14:0+C16:0}{n-6 \text{ PUFA}+n-3 \text{ PUFA}+MUFA} \text{ (Ulbricht and Southgate 1991)} \quad (1)$$

$$IT = \frac{C14:0+C16:0+C18:0}{0.5 \times n-6 \text{ PUFA}+3 \times n-3 \text{ PUFA}+n-3 \text{ PUFA}/n-6 \text{ PUFA}} \text{ (De Lorenzo et al. 2001)} \quad (2)$$

- Statistical evaluation

The results are presented as mean values and standard deviations. The effect of animals supplementation was determined using one-way analysis of variance with a probability of $p < 0.05$ and $p < 0.01$. Differences between the groups were verified using Duncan test. The calculations were made using Statistica 10.0 software package (StatSoft, Poland).

3. Results

The results of the study are presented in Tab. 1-4.

Except an increase in fat content in the experimental groups, which was on a level of about 65% in loin, and 32% in leg, no significant effect was noted in case of other basic components of lamb meat, i.e., protein, ash and dry matter content in loin and leg (Tab. 1).

Table 1. Basic composition of lamb meat (%)

Parameter	group	Sample	
		loin	leg
Fat	control	2.19 ^A ± 0.57	3.15 ^a ± 0.64
	experimental	3.61 ^B ± 0.72	4.17 ^b ± 1.12
Protein	control	19.94 ± 0.48	18.97 ± 0.48
	experimental	19.49 ± 0.36	18.61 ± 0.57
Ash	control	1.07 ± 0.19	1.05 ± 0.18
	experimental	1.01 ± 0.15	1.04 ± 0.11
Dry matter	control	23.72 ± 1.91	23.68 ± 1.93
	experimental	24.60 ± 2.02	24.06 ± 1.75

A, B – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.01)

a, b – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.05)

Fatty acids profile of lamb meat samples from the control and experimental groups is presented in Tab 2 and 3. When regards the content of saturated fatty acids (SFA), mainly palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) acids constituted their total pool in the examined meat samples. A beneficial decrease was noted in the case of some of SFA, i.e., about 8% decrease in C16:0 both in loin and leg, 16% and 6% decrease in C18:0 in loin and leg, respectively, however, statistically significant differences were only confirmed in the case of C18:0 content in loin samples (Tab. 2).

Table 2. The content of saturated fatty acids in lamb meat (%)

Fatty acid	Sample			
	loin		leg	
	control	experimental	control	experimental
C10:0	0.14 ± 0.04	0.16 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.11 ± 0.03
C12:0	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.14 ± 0.04	0.17 ± 0.02
C14:0	2.00 ^a ± 0.18	2.51 ^b ± 0.25	2.47 ± 0.36	2.98 ± 0.21
C15:0	0.27 ± 0.06	0.32 ± 0.04	0.34 ± 0.04	0.38 ± 0.05
C16:0	22.91 ± 2.11	21.04 ± 2.06	23.91 ± 2.51	22.03 ± 3.01
C17:0	0.96 ± 0.09	1.01 ± 0.17	1.04 ± 0.20	1.08 ± 0.13
C18:0	20.50 ^a ± 1.95	17.25 ^b ± 1.63	19.34 ± 1.80	18.18 ± 1.72
C20:0	0.12 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.03

a, b – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.05)

In the case of unsaturated fatty acids, the highest amount of oleic acid was noted in all samples. The content of miristicoleic acid (C14:1) increased twice in loin, and about 47% in leg, margaric-oleic acid (C17:1) increase in loin was about 25%, while in case of elaidic acid (C18:1n9t) it was about 95% in leg, and about 20% for linoleic acid (C18:2n6c) content in loin. However, the most beneficial differences were found for vaccenic acid (C18:1n7t, VA), conjugated linolenic acid (CLA) and alpha-linolenic acid (C18:3n3, ALA) content, and the increase was about 72 and 87%, 54 and 36%, 40 and 50% in loin and leg samples,

respectively. In turn, the content of arachidonic acid (C20:4n6) decreased by about 66 and 49% in loin and leg samples (Tab. 3).

Table 3. The content of unsaturated fatty acids in lamb meat (%)

Fatty acid	Sample			
	loin		leg	
	control	experimental	control	experimental
C14:1	0.12 ^A ± 0.03	0.24 ^B ± 0.05	0.17 ^A ± 0.04	0.25 ^B ± 0.05
C16:1	2.58 ± 0.19	2.92 ± 0.29	2.73 ± 0.27	2.94 ± 0.35
C17:1	0.65 ^a ± 0.07	0.81 ^b ± 0.08	0.72 ± 0.07	0.75 ± 0.06
C18:1n9c	38.17 ± 3.12	39.48 ± 3.35	38.04 ± 2.98	38.61 ± 3.60
C18:1n8c + C18:1n11c	1.41 ± 0.20	1.43 ± 0.22	1.15 ± 0.19	1.37 ± 0.27
C18:1n9t	0.28 ± 0.06	0.33 ± 0.05	0.22 ^A ± 0.05	0.43 ^B ± 0.07
C18:1n7t (11t)	1.70 ^A ± 0.19	2.93 ^B ± 0.26	1.73 ^A ± 0.21	3.24 ^B ± 0.30
other <i>trans</i> 18:1	0.28 ± 0.04	0.33 ± 0.05	0.25 ± 0.04	0.26 ± 0.04
C18:2n6c	3.28 ^a ± 0.22	3.91 ^b ± 0.35	3.66 ± 0.30	3.98 ± 0.32
CLA (9cis,11t)	0.35 ^A ± 0.03	0.54 ^B ± 0.04	0.39 ^A ± 0.04	0.53 ^B ± 0.05
C18:3n3	0.30 ^A ± 0.02	0.42 ^B ± 0.05	0.36 ^A ± 0.04	0.54 ^B ± 0.05
C20:4n6	1.22 ^A ± 0.09	0.41 ^B ± 0.03	1.01 ^A ± 0.07	0.52 ^B ± 0.04

A, B – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.01)

a, b – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.05)

The summary of fatty acids profile analysis is presented in Tab. 4. Generally, the content of saturated fatty acids decreased in the samples from the experimental group, and statistically significant decrease of about 10% was noted in the case of loin samples. The content of unsaturated fatty acids (UFA), including monounsaturated and polyunsaturated ones, decreased in all cases, however the differences were not confirmed statistically. Significant increase was found for the ratio of UFA/SFA in loin samples, and this change was on a level of about 19%. All these changes were reflected in the values of indices of atherogenicity and thrombogenicity which decreased in the experimental groups, however without statistical significance (Tab. 4).

Table 4. Summary of SFA and UFA acids content, as well as IA and IT in lamb meat

Parameter	Sample			
	loin		leg	
	control	experimental	control	experimental
SFA	47.02 ^a ± 3.56	42.48 ^b ± 4.06	47.45 ± 3.74	45.02 ± 3.95
UFA	50.34 ± 3.65	53.75 ± 3.98	50.43 ± 4.01	53.42 ± 4.30
UFA/SFA	1.07 ^a ± 0.16	1.27 ^b ± 0.21	1.06 ± 0.11	1.19 ± 0.14
MUFA	45.19 ± 3.32	48.47 ± 3.58	45.01 ± 2.98	47.85 ± 3.40
PUFA	5.15 ± 0.35	5.28 ± 0.41	5.42 ± 0.39	5.57 ± 0.38
IA	0.62 ± 0.05	0.58 ± 0.04	0.67 ± 0.06	0.64 ± 0.05
IT	13.68 ± 1.98	11.59 ± 1.65	13.06 ± 1.70	10.82 ± 1.78

a, b – means with different superscripts differ significantly between the groups C and E (p<0.05)

4. Discussion

Fatty acids profile of meat to a high degree affects its nutritional value as well as organoleptic features. It is known that fatty acids profile of products derived from ruminants is less influenced by diet compared to monogastric animals, due to the process of biohydrogenation in rumen, however, also in this case it is possible to obtain beneficial results, especially when protected form of supplements is used (Kupczyński et al. 2012).

This is the first study using the ethyl esters of flaxseed oils in lambs diet supplementation, therefore it is difficult to discuss the results in relation to the findings of other researchers.

An important observation is general change in the proportion of various fatty acids which resulted in a decreased values of atherogenicity and thrombogenicity indices. The first of them reflects the relationship between total amount of saturated fatty acids which are considered as atherogenic ones, i.e., favor lipids adhesion to the cells of circulatory and immune systems, and unsaturated fatty acids preventing plaque aggregation and improving lipid blood indices (Garaffo et al. 2011). In turn, the index of thrombogenicity presents the relationship between saturated fatty acids of pro-thrombogenic activity, and unsaturated fatty acids preventing this phenomenon, i.e., MUFAs, n-6 PUFAs and n-3 PUFAs (Ghaeni et al. 2013).

Thus, despite the fact that individual fatty acids did not demonstrated in some cases any significant differences between the examined samples, the sums of particular groups of fatty acids were subject to beneficial changes, causing an improved nutritional quality of examined lamb meat samples.

Another fact that should be emphasized, is statistically increased content of alpha-linolenic acids in the examined meat samples. An increased amount of ALA in diet aims to

reduce the activity of omega-6 acids exhibiting proinflammatory properties, and increase in the concentration of EPA and DHA demonstrating anti-inflammatory features (Farooqui et al. 2007). It is commonly known, that the flaxseed oils is the richest source of ALA, however, the complexity of its composition, instability, sensitivity to light and atmospheric oxygen, remain disputable issues (Sokoła-Wysoczańska et al. 2014). The technology of flaxseed oil ethyl ester production allows to eliminate all these problems, and therefore may constitute more effective and safe supplementation strategy.

5. Conclusions

The study demonstrated the benefits of farm animal feed supplementation with a preparations containing ethyl esters of unsaturated fatty acids with a high proportion of alpha-linolenic acid made of flaxseed oil. The ratio of unsaturated to saturated fatty acids, as well as indices of atherogenicity and thrombogenicity, were beneficially altered in all experimental groups. Meat derived from such animals can thus be considered as the so-called functional food, which is a very important point in the prevention of civilization diseases, the most important of which are cardiovascular diseases such as hypertension, coronary heart disease, myocardial infarction, atherosclerosis.

References

- Bałaśńska B., Jank M., Kulasek G., 2010. Właściwości i rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w utrzymaniu zdrowia ludzi i zwierząt. *Życie Weterynaryjne* 85(9): 749-756.
- Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., 2013a. Modification of fatty acids composition of lambs' fat by supplementation isomerised grapeseed oil (part I). *Animal Science Paper and Reports* 32 (2): 147-158.
- Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., 2013b. Reduction of body fatness and meat fat content in lambs by supplementation of isomerised grapeseed oil (part II). *Animal Science Paper and Reports* 31 (3): 229-238.
- Chojnacka K., Górecki H., Zielińska A., Michalak I., 2009. Technologia wytwarzania biologicznych dodatków paszowych z mikroelementami na bazie alg. *Przemysł Chemiczny* 88(6): 634–639.
- Davidson, M.H., 2013. Omega-3 fatty acids: new insights into the pharmacology and biology of docosahexaenoic acid, docosapentaenoic acid, and eicosapentaenoic acid. *Current Opinion in Lipidology* 24(6): 467-474.

De Lorenzo A., Petroni M.L., De Luca P.P., Andreoli A., Morini P., Iacopino L., Innocente I., Periello G., 2001. Use of quality control indices in moderately hypocaloric Mediterranean diet for treatment of obesity. *Diabetes, Nutrition and Metabolism* 14: 181-188.

Diaz M.T., Alvarez I., De la Fuente J., Sanudo C., Campo M.M., Oliver M.A., Font i Furnols M., Montossi F., San Julian R., Nute G.R., Caneque V., 2005. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. *Meat Science* 71: 256–263.

Farooqui A.A., Horrocks L.A., Farooqui T., 2007. Modulation of inflammation in brain: a matter of fat. *Journal of Neurochemistry* 101: 577-599.

Garaffo M.A., Vassallo-Agius R., Nengas Y., Lembo E., Rando R., Maisano R., Dugo G., Guiffrida D., 2011. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and their salted product “Bottarga”. *Food and Nutrition Science* 2: 736-743.

Ghaeni M., Ghahfarokhi K.N., Zaheri L., 2013. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices in *Leiognathus bindus* and *Upeneus sulphureus*. *Journal of Marine Science: Research and Development* 3: 138.

Kudelka W., Łobaza D., 2007. Charakterystyka żywności funkcjonalnej. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 743: 91-120.

Kupczyński R., Kuczaj M., Szotysik M., Stefaniak T., 2012. Influence of fish oil, palm oil and glycerol on milk fatty acid composition and metabolism in cows during early lactation. *Archiv Tierzucht* 55(6): 540-551.

Nieto G., Ros G., 2012. Modification of fatty acid composition in meat through diet: effect on lipid peroxidation and relationship to nutritional quality – a review. W: *Lipid Peroxidation*, Catala A. (Ed.): 239 – 258.

Patkowska-Sokoła B., Czyż K., Sokoła-Wysoczańska E., Wysoczański T., Bodkowski R., Vogt A., 2014. Zastosowanie estrów etylowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy omega-3 jako surowca dla przemysłu paszowego. *Przemysł Chemiczny* 93(5): 799-802.

Popova T., 2007. Effect of the rearing system on the fatty acid composition and oxidative stability of the *M. longissimus lumborum* and *M. semimembranosus* in lambs. *Small Ruminant Research* 71: 150–157.

Sokoła-Wysoczańska E., Wysoczański T., Czyż K., Vogt A., Patkowska-Sokoła B., Sokoła K., Bodkowski R., Wyrostek A., Roman K., 2014. Charakterystyka estrów etylowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych o wysokiej zawartości kwasu alfa-linolenowego

jako składnika biologicznie aktywnych preparatów prozdrowotnych. *Przemysł Chemiczny* 93(11): 1923-1927.

Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338: 985-992.

Urrutia O., Mendizabal J.A., Insausti K., Soret B., Purroy A., Arana A., 2016. Effects of addition of linseed and marine algae to the diet on adipose tissue development, fatty acid profile, lipogenic gene expression, and meat quality in lambs. *PlosOne* 2: 1-23.

Wysoczański T., Sokoła-Wysoczańska E., Pękała J., Lochyński S., Czyż K., Bodkowski R., Herbinger G., Patkowska-Sokoła B., Librowski T., 2016. Omega-3 fatty acids and their role in Central Nervous System – a review. *Current Medicinal Chemistry* 23 (8): 816-831.

Analiza zdolności reprodukcyjnej sześciu rodów kaczek

Bartosz Grajewski⁽¹⁾, Mirosław Lisowski⁽²⁾, Piotr Biel⁽³⁾

¹Instytut Zootechniki PIB, ZD Kołuda Wielka, Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego Dworzyska

²Instytut Zootechniki PIB, Dział Biotechnologii Rozrodu Zwierząt

³Instytut Zootechniki PIB, ZD Kołuda Wielka

Bartosz Grajewski: bartosz.grajewski@izoo.krakow.pl

Streszczenie

W SZGDW w Dworzyskach należącej do Instytutu Zootechniki PIB ZD Kołuda Wielka utrzymywane są kaczki objęte programem ochrony zasobów genetycznych. Zgodne to jest z ogólnym trendem światowym ochrony zasobów genetycznych ptaków użytkowych.

Znoszenie zapłodnionych jaj uzależnione jest od zdolności reprodukcyjnej samca jak również samicy. Ostatnie lata to okres poszukiwania nowych możliwości do zastosowania w praktyce hodowlanej metod monitorowania zdolności reprodukcyjnej ptaków. Badania te dotyczą jednak głównie kur. Dlatego celem niniejszej pracy było wykorzystanie metod szacowania potencjału reprodukcyjnego stosowanego u kur, w sześciu rodach kaczek (P-33, P-8, P-9, KhO-1, LsA, K-2), poprzez oszacowanie liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej komórki jajowej oraz liczby otworów po penetracji plemników w warstwie okołozółtkowej nad tarczką zarodkową. Liczba plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej największa była w jajach pochodzących od kaczek z rodu P-8 (228,06 szt./mm²) i różniła się statystycznie istotnie od wartości średnich uzyskanych w jajach pochodzących z pięciu pozostałych rodów. Najmniejszą liczbę zatrzymanych plemników stwierdzono w jajach z rodu P-33 (127,8 szt./mm²). Natomiast największą średnią liczbę otworów po penetracji plemników stwierdzono w jajach pochodzących od kaczek z rodu P-33 (47,6 szt./mm²) i K-2 (45,4 szt./mm²) wartości te różniły się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) od najmniejszej średniej uzyskanej w jajach pochodzących od kaczek z rodu LsA - 24,5 szt./mm². Ponieważ uzyskane wartości średnie testu penetracji plemników i liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej komórki jajowej in vivo w poszczególnych rodach kaczek nie korespondują z procentem zapłodnienia oraz wylęgu z jaj zapłodnionych dyskusyjne wydaje się wykorzystanie w/w metod do porównywania zdolności reprodukcyjnej kaczek. Z drugiej strony przeprowadzenie testów penetracji plemników i liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej komórki jajowej daje podstawy do stwierdzenia dużej zmienności tych cech w jajach kaczek pochodzących od kaczek z sześciu porównywanych rodów, co w kontekście programów ochrony zasobów genetycznych jest zjawiskiem pożądanym.

Słowa kluczowe: kaczki, nasienie, zapłodnienie, jaja, zdolność reprodukcyjna

Analysis of reproductive capacity in six lines of ducks

Summary

Ducks raised at the Waterfowl Genetic Resources Station in Dworzyska, which belongs to the Kołuda Wielka Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production, are included in the genetic resources conservation programme. This coincides with the general global trend of the genetic resources conservation of poultry.

Oviposition of fertile eggs depends on the reproductive capacity of both males and females. Recent years have seen efforts to find new and simple methods for monitoring avian reproductive capacity that can be used in breeding practice, but these studies were focused on chickens. Therefore, the aim of the present study was to use methods for estimating the reproductive potential of chickens in six lines of ducks (P-33, P-8, P-9, KhO-1, LsA, K-2), by estimating the number of sperm trapped in the outer perivitelline layer of the ovum and the number of sperm penetration holes of the perivitelline layer. The number of sperm trapped in the outer perivitelline layer was highest in eggs from P-8 ducks (228.06 sperm/mm²), showing significant differences in relation to the mean values of eggs from the other five lines. The lowest number of trapped sperm was observed in the eggs from line P-33 (127.8 sperm/mm²). The highest mean number of sperm penetration holes was noted in the eggs from P-33 (47.6 holes/mm²) and K-2 ducks (45.4 holes/mm²); these values differed significantly from the lowest mean obtained for eggs from LsA ducks (24.5 holes/mm²).

Keywords: ducks, sperm, fertilization, eggs, reproductive capacity

1. Wstęp

Na przestrzeni ostatnich pięćdziesięciu lat zanotowano ponad jedenastokrotny wzrost produkcji mięsa kaczego. Kaczki odgrywają znaczącą rolę nie tylko społeczno-ekonomiczną ale również ekologiczną szczególnie w krajach europejskich jak i dalekiego wschodu. W 2015 roku na świecie hodowano 395 ras pochodzących od *Anas platyrhynchos domesticus* i 48 od *Cairina moschata* (FAO DAD-IS).

Zasoby genetyczne zwierząt to wszystkie gatunki, rasy i odmiany zwierząt gospodarskich, które zgodnie z zaleceniami Komisji ds. Zasobów Genetycznych (Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture – FAO) powinny być chronione ze względów gospodarczych, naukowych i kulturowych (Alderson 1990, NRC 1993, Cywa-Benko 2000, Wężyk i in. 2000). Jednakże prowadzona od wielu lat intensywna selekcja, mająca na celu polepszenie i zwiększenie produkcji zwierzęcej, przyczynia się do zmniejszenia zmienności genetycznej zwierząt gospodarskich. Aby wyeliminować niekorzystne skutki selekcji, tworzone są rezerwy genetyczne zwierząt. Przykładem tego są utrzymywane od lat 70-tych metodą *in situ*, zgodnie z wcześniej opracowanym programem ochrony zasobów genetycznych stada kaczek, gęsi i kur (IZ PIB 2015).

Prowadzone dotychczas w Polsce badania na kaczkach z rodów objętych programem ochrony zasobów genetycznych koncentrowały się prawie wyłącznie na ocenie ich cech użytkowych, nie dostarczały jednak informacji na temat ich potencjału reprodukcyjnego.

Ostatnie lata to okres poszukiwania nowych, możliwych do zastosowania w praktyce hodowlanej metod monitorowania zdolności reprodukcyjnej ptaków. Monitorowanie tych cech ma duże znaczenie w ocenie wartości hodowlanej selekcionowanych osobników. Za najbardziej obiektywne uważa się metody szacowania liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej komórki jajowej oraz otworów po penetracji plemników w warstwie okołozółtkowej *in vivo* i *in vitro*, wykorzystywane w praktyce w hodowli kur i indyków (Wishart i Staines 1999, Donoghue 1999).

Metody te wykorzystywane są do oceny efektywności kojarzenia i przyjętych programów hodowlanych (Staines i in. 1998), a także wpływu wieku na płodność stad (Bramwell i in. 1995).

Wykazano, że w jajach pochodzących od osobników ze stad o niskiej płodności obserwuje się mniejszą liczbę plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej i mniejszą liczbę otworów po penetracji plemników w warstwie okołozółtkowej jaj (Staines i wsp. 1998). Niektórzy autorzy sugerują również, że liczba plemników zatrzymanych w warstwie pozazółtkowej komórki jajowej może być wskaźnikiem długości okresu znoszenia

zapłodnionych jaj (Wishart 1987). Prowadzone w ostatnich latach badania nad poszukiwaniem nowych, prostych metod monitorowania zdolności reprodukcyjnej ptaków dotyczyły głównie kur i indyków.

Celem badań było porównanie zdolności reprodukcyjnej kaczek z sześciu rodów objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt.

2. Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły kaczki z rodów: P-33 (Fot. 1), K-2 (Fot. 2), P-8 (Fot. 3), P-9 (Fot. 4), LsA (Fot. 5), KhO-1 (Fot. 6) pochodzące ze stad objętych ochroną zasobów genetycznych utrzymywanych w Stacji Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, należącej do Instytutu Zootechniki PIB w Krakowie, Zakładu Doświadczalnego Kołuda Wielka. W każdym z rodów utrzymywanych jest po 150-180 kaczek i około 30 kaczorów.

Pekin krajowy (P-33) - ród wytworzony z materiału krajowego utrzymywanego początkowo w ZD Pawłowice, a następnie w Małym Klinczu, gdzie zostały przekrzyżowane kaczki importowanymi z Holandii. Kaczki te cechują się dużą wartością dietetyczną mięsa, małą zawartością tłuszczu w tuszce oraz dobrą jakością pierza. Nadają się bardzo dobrze do chowu przydomowego oraz zgodnego z wymogami rolnictwa ekologicznego. Ptaki te wykazują dużą odporność na niekorzystne warunki środowiskowo - żywieniowe.

Kaczki pomniejszone (K-2) - ród wytworzony w latach siedemdziesiątych XX w. w ówczesnym Oddziale Hodowli Drobiu Wodnego COBRD w Dworzyskach pochodzący od dzikiej kaczki krzyżówki (*Anas platyrhynchos* L.). U kaczorów nie udało się wyeliminować ciemnych piór, zwłaszcza na końcówkach skrzydeł w związku ze sprzężeniem tej cechy z płcią. Dlatego zastosowano krzyżowanie posiadanej populacji z wybranymi kaczorami w typie pekin o niskiej masie ciała. Kaczki pomniejszone (K-2) cechuje niska masa ciała, spoziomowany tułów z dobrze zaznaczonymi cechami mięsnych. Ptaki te mają bardzo dobrze wysklepione mięśnie piersiowe, których udział w tuszce jest znaczny. Mogą być wykorzystywane zarówno do chowu amatorskiego jak i przydomowego.

Pekin duński (P-8) - ród pozyskany z piskląt wylęzonych z jaj, które zakupiono w firmie Danish Poultry Houses (Dania) w 1978 r. Włączono je do zasobów genetycznych populacji kaczek w 1983 r. Kaczki P-8 charakteryzują się dobrym umięśnieniem i wysokim poziomem cech reprodukcyjnych.

Pekin francuski (P-9) - wytworzono z kaczek wylęzonych z 600 jaj, które zakupiono w firmie Jansen (Francja) w maju 1978 r. Włączono je do zasobów genetycznych populacji

kaczek w 1983 r. Kaczki P-9 reprezentują typ ogólnoużytkowy, mają jednak lepiej zaznaczone cechy reprodukcyjne niż mięsne. Stanowią cenną populację do badań i prac hodowlanych.

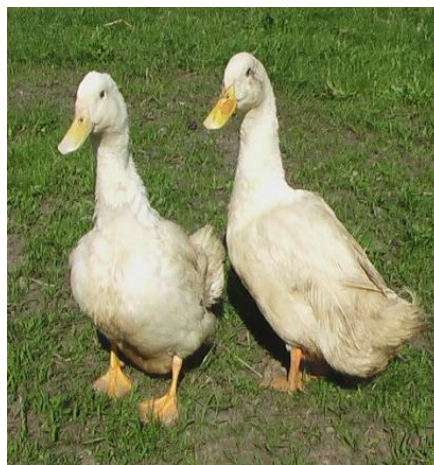
Pekin angielski (LsA) - ród wytworzony w latach 1986 - 1990 w ówczesnym Oddziale Hodowli Drobiu Wodnego COBRD w Dworzyskach w oparciu o stada kaczek A1, A2 i A3, sprowadzone w 1977 r. z firmy Cherry Valley Farms (Anglia). Kaczki LsA charakteryzuje wysoka wartość cech użytkowych przy bardzo dobrej zdrowotności. Odznaczają się zarówno wysoką liczbą znoszonych w ciągu roku jaj (ok. 150 szt.) jak również wysoką masą ciała i bardzo dobrym umięśnieniem, szczególnie części piersiowej tuszki.

Mieszańce (KhO-1) - wytworzono w 1979 r. kojarząc kaczki Khaki Campbell z Orpingtonami fauve. Włączono je do zasobów genetycznych populacji kaczek w 1983 r. Ptaki te charakteryzuje niższa niż u kaczek w typie pekin masa ciała oraz brązowa barwa piór. Cechują się dużą odpornością na niekorzystne warunki środowiskowo - żywieniowe. Z tego względu oraz z uwagi na charakterystyczny wygląd (niska masa ciała i brązowa barwa piór) mogą pełnić funkcje ozdobne na różnego rodzaju pielęgnowanych zbiornikach wodnych w parkach, ogrodach i zwierzyńcach.



Fot. M. Lisowski

Fot. 1 Kaczki pekin krajowy P-33



Fot.2 Kaczka pomniejszona K-2



Fot. M. Lisowski

Fot. 3 Kaczki pekin duński P-8



Fot. 4 Kaczki pekin francuski P-9



Fot. M. Lisowski

Fot. 5 Kaczki pekin angielski LsA



Fot.6 Kaczki KhO-1

Test penetracji plemników oraz liczba plemników zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej komórki jajowej analizowane były w preparatach wykonanych z trzech jaj od losowo wybranych 24 kaczek z każdej grupy genetycznej (rodu) - łącznie 432 jaja.

Termin test penetracji plemników (TPP) przyjęto dla określania liczby otworów po penetracji plemników w warstwie okołożółtkowej komórki jajowej *in vivo*. Preparaty błony żółtkowej przygotowywane były według procedury podanej przez Bramwell i in. (1995). Otwory powstałe po penetracji plemników oglądano przy użyciu mikroskopu optycznego z powiększeniem x200. Przy liczeniu otworów uwzględniany był tylko obszar błony żółtkowej położony nad tarczką zarodkową/blastodyskiem. Do wykonania pomiarów oraz określania liczby otworów wykorzystano program MultiScan.

Termin "nadliczbowe" plemniki przyjęto w odniesieniu do liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej komórki jajowej *in vivo*. Do określenia liczby

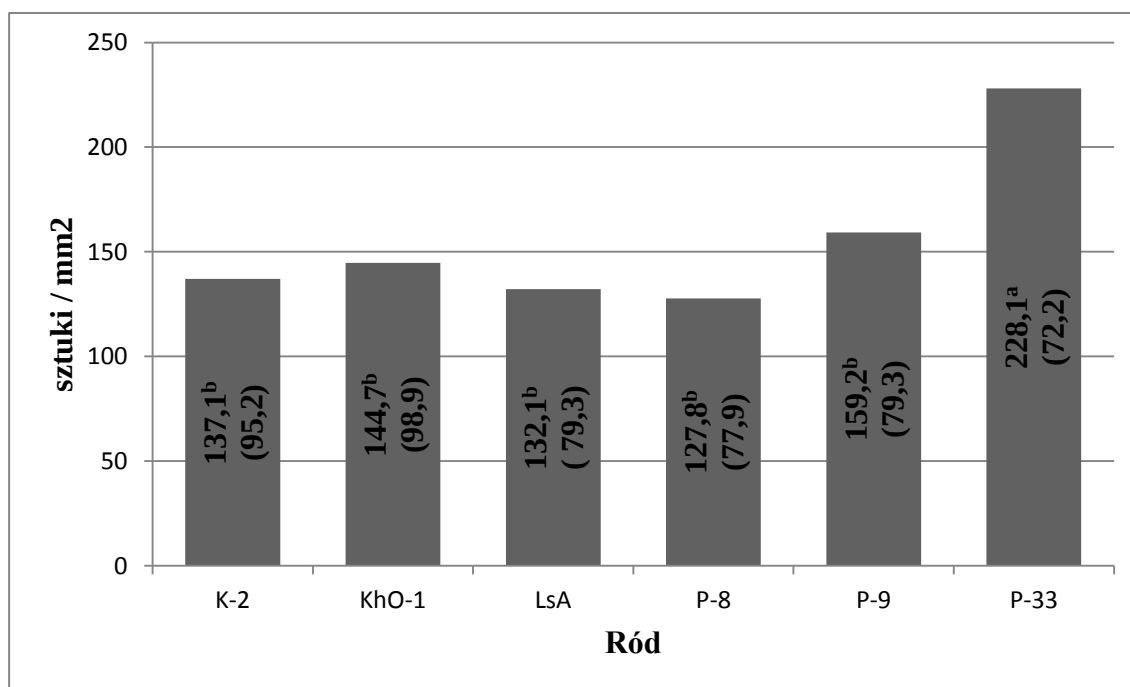
"nadliczbowych" plemników zastosowano metodę fluorescencyjną według Wishart (1987) polegającą na zliczeniu liczby plemników zatrzymanych na błonie wegetatywnego bieguna żółtka - obszaru znajdującego się po przeciwnej stronie tarczki zarodkowej/blastodysku. Barwnik (DAPI) pobudzano do fluorescencji światłem ultrafioletowym o fali wzbudzenia 330-380 nm i fali emisji 420 nm przepuszczanym przez filtr UV2A.

Dane dotyczące wylęgów poddano analizie wariancji a istotność różnic pomiędzy wartościami procentowymi (zapłodnienie jaj, wyląg piskląt) oceniano za pomocą testu χ^2 (Lunghin i Landy, 1976). Rozkład danych testu penetracji plemników oraz liczby plemników zatrzymywanych w warstwie pozażółtkowej komórki jajowej weryfikowano za pomocą testu Shapiro-Wilk'a (Shapiro i Wilk 1965). Wykazano znaczące odchylenia od rozkładu normalnego w poszczególnych grupach (rodach). Wobec powyższego koniecznym było zastosowanie testu nieparametrycznego Kruskala-Wallis'a (Kruskal i Wallis 1952), a następnie testu Wilcoxon'a (Wilcoxon 1945).

3. Wyniki

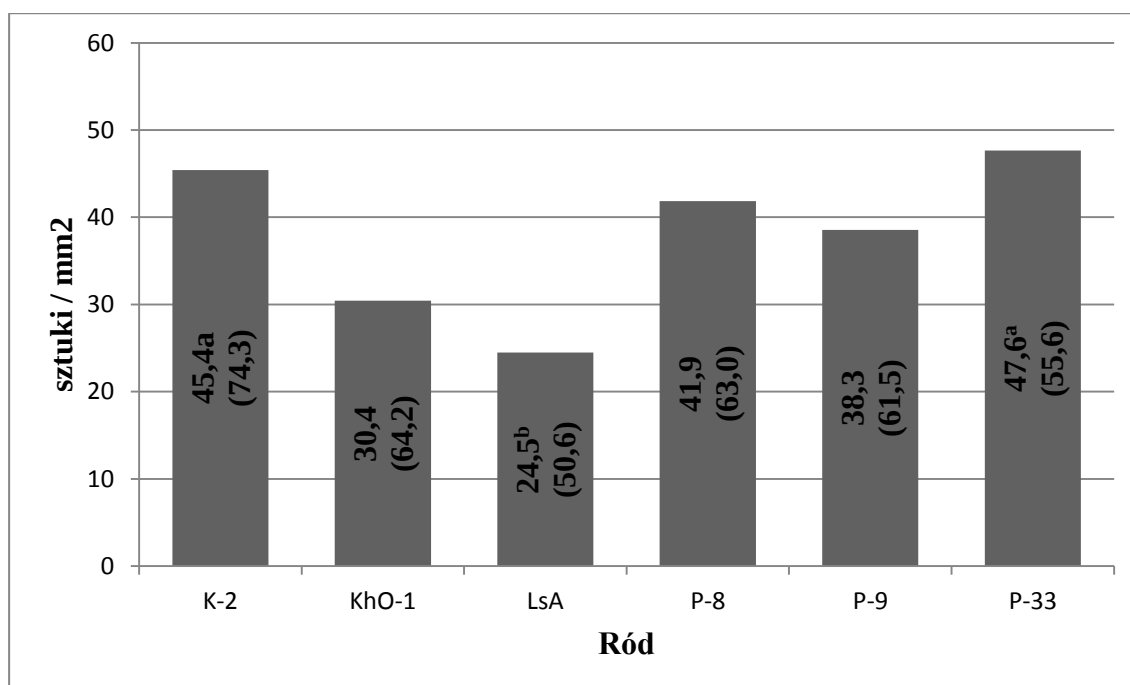
Na rysunku 1. przedstawiono wyniki testu penetracji plemników w poszczególnych rodach. Największą liczbę otworów TPP (228,1 szt./mm²) stwierdzono w jajach pochodzących od kaczek z rodu P-33, najmniejszą w jajach zniesionych przez kaczki z rodu P-8 – 127,8. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że liczba otworów po penetracji plemników w jajach pochodzących z rodu P-33 różniła się statystycznie istotnie, przy $P \leq 0,05$, od liczby otworów zaobserwowanych w jajach pochodzących z pozostałych pięciu rodów kaczek. Współczynniki zmienności liczby otworów po penetracji plemników w jajach pochodzących z wszystkich sześciu rodów kształtowały się na bardzo wysokim poziomie i wynosiły od 72,2% w rodzie P-33 do 95,2% w rodzie K-2.

Na rysunku 2 przedstawiono liczbę plemników (szt./mm²) zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej komórki jajowej in vivo w poszczególnych rodach kaczek. Podobnie jak w przypadku liczby otworów po penetracji plemników, największą liczbę plemników zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej zaobserwowano w jajach pochodzących od kaczek z rodu P-33 (47,6 szt./mm²), najmniejszą natomiast w rodzie LsA – 24,5. Ta ostatnia wartość różniła się istotnie ($P \leq 0,05$) wobec średniej dla badanego parametru w rodach P-33 i K-2. Również w przypadku omawianej cechy stwierdzono bardzo wysokie wartości współczynników zmienności.



^{ab} – średnie w słupkach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $P \leq 0,05$, () – współczynnik zmienności, %

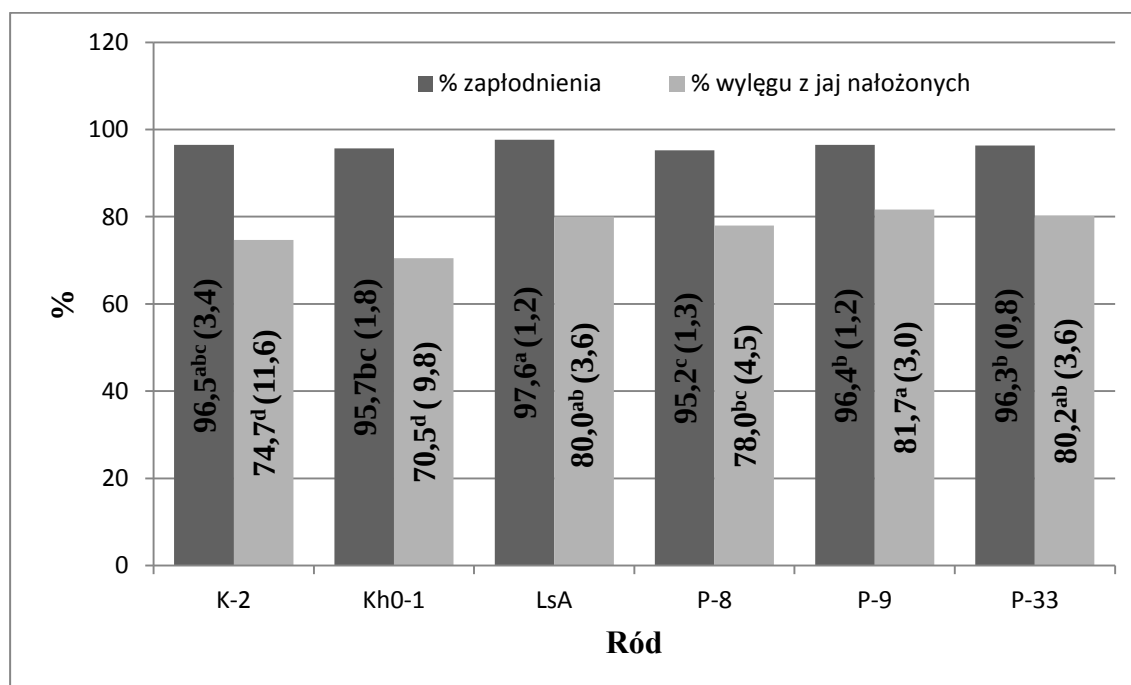
Rys. 1. Wyniki testu penetracji plemników (TPP) w poszczególnych rodach kaczek (szt./mm²)



Objaśnienie: patrz wykres 1

Rys. 2. Liczba plemników zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej komórki jajowej *in vivo* w poszczególnych rodach kaczek (szt./mm²)

We wszystkich sześciu rodach procent zapłodnienia (Rys. 3) kształtował się na wysokim poziomie i wynosił od 95,2 % (ród P-8) do 97,6 % (ród LsA). Oszacowany procent zapłodnienia jaj we wszystkich rodach charakteryzował się niskimi wartościami współczynników zmienności (od 0,8 % w rodzie P-33 do 3,4 % w rodzie K-2). Na tym samym wykresie przedstawiono również wyniki wylęgu z jaj nałożonych. Procent wylęgu zawierał się w przedziale od 70,5 % w rodzie KhO-1 do 81,7 % w rodzie P-9. Najniższe średnie wartości procentu wylęgu uzyskanego w rodach K-2 i KhO-1 (odpowiednio: 74,7 i 70,5%) różniły się statystycznie istotnie (przy $P \leq 0,05$) od średnich uzyskanych w czterech pozostałych rodach: LsA - 80,0; P-8 – 78,0; P-9 – 81,7 i P-33 – 80,2 procent. Natomiast wartości współczynników zmienności omawianej cechy były niskie.



Objaśnienie: patrz wykres 1

Rys. 3. Procent zapłodnienia i wylęgu z jaj nałożonych w poszczególnych rodach kaczek (%)

4. Dyskusja

Prowadzone w ostatnich latach badania nad poszukiwaniem nowych metod monitorowania zdolności reprodukcyjnej ptaków dotyczyły głównie kur i indyków.

Z dostępnych pozycji literatury wynika, że testy penetracji plemników i liczby plemników zatrzymanych warstwie pozażółtkowej komórki jajowej wykorzystywane były głównie do prób określania zmian w zapłodnieniu jaj wraz ze starzeniem się samic ptaków i wzrostem masy jaj (Fisinin i in. 2004, Fairchild i Christensen 2005). Autorzy ci wykazali spadek zarówno liczby otworów, jak i liczby plemników zatrzymanych w warstwie pozażółtkowej jaj wraz z wiekiem ptaków (pierwszy z

nich u kur, drugi - indydzek). Podobnie Gomułka i Kapkowska (2005) stosując omawiane testy analizowały zmiany liczby otworów i plemników w jajach kur mięsnych po inseminacji w miarę starzenia się ptaków. Win i in. (2005) po zainseminowaniu kur nasieniem przepiórek nie stwierdzili różnic w liczbie otworów utworzonych przez plemnik kurczaka i przepiórki. Ponadto stwierdzili, że liczba otworów po penetracji plemników znacząco wzrosła wraz ze wzrostem stężenia plemników. W 2014 roku Bakst i in. opublikowali pracę w której zastosowali papierowy pierścień do izolacji błony poażółtkowej z jaj kur, indydzek, kaczek i przepiórek japońskich.

5. Wnioski

W niniejszej publikacji przedstawiono pierwsze próby porównania zdolności reprodukcyjnej różnych populacji kaczek z wykorzystaniem metod zliczania otworów po penetracji plemników i liczby plemników zatrzymanych w warstwie poażółtkowej. Uzyskane wyniki, prawdopodobnie ze względu na dużą zmienność osobniczą, nie znajdują potwierdzenia w zapłodnieniu i wyniku wylęgu z jaj nałożonych.

Dlatego też dyskusyjne wydaje się wykorzystanie w/w metod do porównywania zdolności reprodukcyjnej kaczek. Z drugiej strony przeprowadzenie testów penetracji plemników i liczby plemników zatrzymanych w warstwie poażółtkowej komórki jajowej daje podstawy do stwierdzenia dużej zmienności tych cech w jajach kaczek pochodzących z sześciu porównywanych rodów, co w kontekście programów ochrony zasobów genetycznych jest zjawiskiem pożądanym.

Literatura

- Alderson L. 1990. Genetic conservation of domestic livestock. V. I. C. A. B. International Oxon, UK.
- Bakst M., R, Eastridge J., and Malecki I., A. 2014. The inner perivitelline layer sperm hole assay: Use of filter paper rings for the isolation of the perivitelline layer overlying the germinal disc and new observations on its morphology. J. Appl. Poult. Res. 23 :121–128.
- Bramwell R. K., Maks H. L., Howarth B. 1995. Quantitative determination of spermatozoa penetration of the perivitelline layer of the hens ovum as assessed on oviposited eggs. Poult. Sci., 74: 1875.
- Cywa-Benko K. 2000. Program hodowlany ochrony zasobów genetycznych populacji kur nieśnych. Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt. Poznań, 1–15.
- Donoghue A., M. 1999. Prospective approaches to avoid flock fertility problems: predictive assessment of sperm function traits in poultry. Poultry Sci., 78, 437.

Fairchild B., D., Christensen V., L. 2005. Influence of hen age and number of inseminated sperm on the number of holes hydrolyzed in the inner perivitelline layer of turkey eggs. *J. Appl. Poult. Res.* 14:576–581.

FAO DAD-IS. 2016. Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources, Ninth Session, Rome, 6-8, July.

Fisinin V., I. Zhuravlev I. V., Salamatina A.V. 2004. Eggs fertilizability in domestic hens *Gallus gallus domesticus* as a function of the yolk surface area. *Ontogenez.* 35(1): 33-36.

Gomułka M. Kapkowska E. 2005. Age effect of broiler breeders on fertility and sperm penetration of the perivitelline layer of the ovum. *Anim Reprod Sci.* 90 (1-2):135-48.

IZ PIB. 2015. Zarządzenie nr 43/15 z dnia 9 grudnia 2015 roku w sprawie wprowadzenia zmian w Programach ochrony zasobów genetycznych populacji kur nieśnych i gęsi, ogłoszonych w Zarządzeniu nr 77/11 z dnia 30 listopada 2011 r. (Załącznik nr 6).

Kruskal W. H., Wallis W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association.* 47 (260): 583–621.

Lunghin K. F., Landy H. 1976. The influence of sample size on the choice of method and interpretation of incubation experiments. *Brit. Poultry Sci.*, 17: 53-57.

NRC 1993. Managing global genetic resources: Livestock. National research council committee on managing global genetic resources. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Shapiro S.S., Wilk M. B. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality. *Biometrika.* 52. 3/4: 591-611.

Staines H. J., Middleton R. C., Laughin K, F., Wishart G. J. 1998. Quantification of a sperm-egg interaction for estimating the mating efficiency of broiler breeder flocks. *Br. Poult. Sci.*, 39, 273.

Wężyk S., Cywa-Benko K., Siwek M., Bednarczyk M., Calik J. 2000. Badania nad genetycznym różnicowaniem zachowawczych ras kur. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 27 (1): 115–127.

Win M. M., Miyagi Y., Ashizawa K., Tatemoto H., Nakada T. 2005. In vitro formation of holes on the inner perivitelline layer of quail ovum by chicken spermatozoa. *Anim. J. Sci.* 76. 2: 133–138.

Wilcoxon F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics.* 1: 80-83

Wishart G., J. 1987. Regulation of the length of the fertile period in the domestic fowl by numbers of oviducal spermatozoa, as reflected by those trapped in laid eggs. *J. Reprod. Fertil.*, 80, 493.

Wishart G., Staines H., J. 1999. Measuring sperm: egg interaction in chickens and turkeys. *Anim. Rep. Sci.*, 48, 81.

Analiza wyników sportowych koni rasy American Quarter Horse (AQH) i American Paint Horse (APH) reprezentujących różne typy użytkowe **Wojciech Kruszyński⁽¹⁾, Edward Pawlina⁽¹⁾, Błażej Nowak⁽¹⁾**

¹Katedra Genetyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wojciech Kruszyński: wojciech.kruszynski@upwr.edu.pl

Streszczenie

Celem pracy była analiza wyników sportowych uzyskiwanych przez konie rasy American Quarter Horse (AQH) oraz American Paint Horse (APH) w zawodach Polskiej Ligi Western i Rodeo rangi Mistrzostw Polski i Mistrzostw Międzynarodowych w latach 2004-2007. Analizie poddano wyniki uzyskane przez konie AQH i APH pochodzące z siedmiu różnych rodów należące do trzech typów użytkowych. Badano również wpływ wieku i płci w poszczególnych konkurencjach western i rodeo. W ramach badań wyodrębniono trzy typy konkurencji, które pogrupowano ze względu na podobną charakterystykę – konkurencje szybkościowe i ujeżdżeniowe oraz konkurencje z udziałem cieląt. Analizie poddano 98 koni (39 ogierów, 28 klaczy oraz 37 wałachów), które podzielono na trzy grupy wiekowe (I – 4-8 lat, II – 8-12, III – powyżej 12 lat). Nie wykazano istotnych różnic w predyspozycjach koni do konkretnych konkurencji, wynikających z przynależności do określonego rodu. Nie stwierdzono również wpływu wieku i płci na zajmowane w zawodach miejsce i predyspozycje do określonych konkurencji.

Słowa kluczowe: American Quarter Horse, Paint Quarter Horse

Analysis of the results obtained by American Quarter Horse (AQH) and American Paint Horse (APH) sport horse breed representing different types of utility

Summary

The aim of this study was to analyze sport scores of the American Quarter Horse (AQH) and American Paint Horse (APH) in the Polish Western and Rodeo League rank Polish and International Championship in 2004-2007. Results of the AQH and APH horses were analyzed from different families belonging to three types of utility. The influence of age and gender on the western and rodeo competitions was also studied. Three types of competition grouped by similar characteristics were identified in this study - speed and dressage, as well as competition with calves. The analysis involved 98 horses (39 stallions, 28 mares and 37 elders), which were divided into three age groups (I - 4-8 years, II - 8-12, III - over 12 years). There were no significant differences in the predisposition of horses to specific competition, resulting from belonging to a particular race. The influence of age and sex on occupied space and predispositions for particular competitions was also not shown.

Keywords: American Quarter Horse, Paint Quarter Horse

1. Wstęp

Historia koni American Quarter Horse (AQH) sięga początków osadnictwa na terenie Ameryki Północnej. Rasa ta powstała w wyniku pracy hodowców, głównie ze Stanów Zjednoczonych i Kanady z krzyżowania koni hiszpańskich i importowanych z Anglii. Charakteryzuje się ona wyjątkową szybkością, wytrzymałością, zwrotnością, a jednocześnie inteligencją, spokojem oraz małymi wymaganiami środowiskowymi. Nazwa rasy nawiązuje do wyścigów sprinterskich na ćwierć mili (ang. *quarter mile*) organizowanych w Stanach Zjednoczonych już w XIX wieku. Powszechnie uznaje się konie tej rasy za najszybsze na świecie na krótkich dystansach, z najszybszym tempem biegu wynoszącym 55 mil/godzinę. Drugim kierunkiem użytkowania rasy AQH była praca z bydłem. W tym celu skrzyżowano

rasę Quarter Mile Horse z mustangami i końmi hodowanymi przez Indian. Zauważono, że mieszańce przejawiają tzw. „wycucie bydła” lub „krowi zmysł” (ang. *cow sense*) – naturalny instynkt pomocny w pracy z bydłem, co było i nadal jest przydatne w pracach na ranczach (Dosenbach 1987).

W roku 1940 powstała organizacja American Quarter Horse Association (AQHA), której działalność miała na celu zachowanie i promocję rasy AQH. Obecnie stowarzyszenie AQHA skupia członków w 68 państwach, w tym w Polsce. Od początku swojej działalności do roku 2005 zarejestrowano ponad trzy miliony koni. Warto podkreślić, że związek AQHA nie rejestrował koni srokatych – American Paint Horse (APH) (Dudko i Circelli 2004). Konie APH wywodzą się od koni przywiezionych w 1519 roku przez hiszpańskich konkwistadorów. W pierwotny rozwój tej rasy niebagatelny wkład mieli rdzenni mieszkańcy Ameryki, którzy cenili „malowane konie” za niezwykle umaszczenie, stanowiące naturalną maść ochronną w terenie. Obecnie American Paint Horse Association (APHA) jest drugim co do wielkości związkiem hodowców koni w Stanach Zjednoczonych, a koniom APH przyznano status odrębnej rasy.

Pierwsze konie rasy AQH przybyły do Europy z USA i Kanady na początku lat 70-tych. Początkowo najwięcej koni tej rasy sprowadzano do Niemiec i Włoch. Konie AQH zdobyły popularność w Szwajcarii, Belgii, Czechach, Słowacji i na Węgrzech. W Polsce konie AQH pojawiły się na początku lat 90-tych, a za prekursora ich hodowli uważa się Petera Wiesnera, który zorganizował ośrodek w miejscowości Świniary na Ziemi Lubuskiej (Pec 2004).

Konie AQH odznaczają się niewielkim kalibrem, atletyczną budową, wspaniałą motoryką i zrównoważoną psychiką. Specyficzna budowa ciała doskonale sprawdza się przy wykonywaniu szybkich i skomplikowanych manewrów, przewidzianych w konkurencjach ujeżdżania i pracy z bydłem. Konie tej rasy wyspecjalizowane są w konkurencjach western (m. in. Trial, Western Pleasure, Reining, Cutting) i rodeo (m. in. Barrel Racing, Pole Banding, Calf Roping, Steer Wrestling).

Celem pracy była analiza wyników sportowych uzyskanych przez konie rasy American Quarter Horse i American Paint Horse reprezentujących różne typy użytkowe w rozgrywanych w Polsce zawodach Polskiej Ligi Western i Rodeo w latach 2004-2007.

2. Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły wyniki sportowe rozgrywanych w Polsce zawodów Polskiej Ligi Western i Rodeo (PLWiR) rangi Mistrzostw Polski (MP) i Mistrzostw

Międzynarodowych (MM) uzyskiwane przez konie rasy American Quarter Horse (AQH) i American Paint Horse (APH) w latach 2004-2007. W zależności od zajętego miejsca i liczby startujących zawodników konie otrzymywały od 1 do 20 punktów (Tab. 1) zgodnie z regulaminem organizowania i rozgrywania zawodów jeździeckich Polskiej Ligi Western i Rodeo. Zawody rangi MP i MM rozgrywane były w 16 konkurencjach, które w ramach badań zostały podzielone na 3 grupy ze względu na podobną charakterystykę (Tab. 2). Analizie poddano 98 koni rasy AQH i APH, w tym 39 ogierów, 28 klaczy oraz 31 wałachów. Konie ze względu na wiek podzielono na trzy grupy wiekowe – A (4-8 lat), B (8-12 lat) oraz C (powyżej 12 lat).

Dla każdego konia obliczono średnią liczbę punktów za start (suma punktów ze wszystkich startów w okresie użytkowania podzielona przez liczbę startów). Punkty obliczono dla każdego typu konkurencji oraz jako średnią za wszystkie starty. Materiał do niniejszej analizy stanowiły wyniki startów w zawodach koni pochodzących po sześciu wybitnych przodkach (Hollywood Jac 86, Three Bars, Peppy San Bager, Joe Cody, Doc Bar i Poco Bueno) oraz wyniki 7 koni (Uncle Bill, Sassy Playmate, Skips Sweet, Skips Diablo Bar, My Joy, Ebony pati, i Catrina Ace) po przodkach innych niż wyżej wymienione.

Wpływ rodu, wieku oraz płci koni na wyniki uzyskiwane w poszczególnych konkurencjach przeanalizowano z zastosowaniem modelu liniowego GLM pakietu statystycznego SAS (2009):

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_{ij} + c_{ijk} + e_{ijkl},$$

gdzie:

y_{ijkl} – obserwowana wartość cechy,

μ – średnia populacji,

a_i – efekt i-tego rodu (1-7),

b_{ij} – efekt j-tego roku urodzenia (1-17),

c_{ijk} – efekt k-tej płci (1-3),

e_{ijkl} – błąd standardowy.

Istotność różnic określono testem Duncana (SAS, 2009).

Tabela 1. Zasady przyznawania punktów w zawodach jeździeckich Polskiej Ligi Western i Rodeo

Tabela 1. Ładady przeliczawiana punktów w Zawodach Jedźców i Olskiej Ligi Western i Rodos																
	Liczba startujących zawodników															
Miejsce		≥15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
2		17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
3		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3		
4		13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2			
5		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2				
6		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2					
7		10	9	8	7	6	5	4	3	2						
8		9	8	7	6	5	4	3	2							
9		8	7	6	5	4	3	2								
10		7	6	5	4	3	2									
11		6	5	4	3	2										
12		5	4	3	2											
13		4	3	2												
14		3	2													
15		2														

Tabela 2. Konkurencje rozgrywane w zawodach jeździeckich Polskiej Ligi Western i Rodeo

Typ konkurencji	Nazwa konkurencji	Opis konkurencji
1. Konkurencje szybkościowe	Barrel Racing	Wyścig wokół trzech beczek
	Pole Banding	Ślalom między tyczkami
	Stake Race	Konkurencja szybkościowa dla juniorów
2. Konkurencje z udziałem cieląt	Cutting	Praca z bydlęm
	Alley	Przeprowadzanie cielęcia wyznaczoną trasą
	Calf Roping	Łapanie na lasso
	Steer Wrestling I	Powalanie cielęcia z pędzącego galopem konia
	Steer Wrestling II	Zrywanie wstęgi z szyi cielęcia
	Working Cow Horse	Ujeżdżanie + praca z bydlęm
	Team Penning	Zbiorowa praca kowbojów z bydlęm
3. Konkurencje ujeżdżeniowe	Reining	Dynamiczne ujeżdżanie westernowe
	Trial	Tor przeszków
	Western Pleasure	Prezentacja ułożenia ciała i chodów konia
	Western Horsemanship	Ujeżdżanie western juniorów
	Western Riding	Prezentacja ujeżdżania konia
	Superhorse	

3. Wyniki

Największa liczba startujących koni AQH pochodziła z rodów po przodkach Doc Bar (35) i Poco Bueno (17), które należą do typu cuttingowo-reiningowego oraz Peppy San Badger (16), zaliczanym do typu reiningowego. Średni wiek badanych koni wynosił 5 lat. Trzeba jednak nadmienić, że większość koni debiutuje w zawodach tej rangi dopiero w wieku 3-4 lat. Najmłodsze konie miały 3 lata, natomiast najstarszy ogier 23.

Największą średnią liczbę punktów we wszystkich konkurencjach, wynoszącą 8,63, uzyskały konie z rodu Joe Cody, otrzymując minimalnie 1,34, a maksymalnie 17 punktów (Tab. 3). Konie z rodu Paco Bueno uzyskały średnio 8,07 punktów (od 0 do 15), natomiast konie z rodu Doc Bar 7,74 punktów (od 0 do 20). Niższa średnia spowodowana była prawdopodobnie największą liczbą startujących koni. Najniższą z kolei liczbę punktów otrzymały konie z rodów Pappy San Bader i Three Bars, uzyskując odpowiednio 6,23 oraz 6,36 punktów.

Tabela 3. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie należące do różnych rodów we wszystkich analizowanych konkurencjach

Ród	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
Hollywood Jac 86	8	7,45	4,07	0	13,20
Three Bars	5	6,36	2,17	3,50	9,00
Pappy San Badger	16	6,23	3,47	0	13,00
Joe Cody	10	8,63	4,96	1,34	17,00
Doc Bar	35	7,74	5,25	0	20,00
Poco Bueno	17	8,07	3,88	0	15,00
Inne rody	7	7,38	2,80	2,25	10,50

Analiza wpływu rodu na wyniki uzyskiwane w poszczególnych typach konkurencji została przedstawiona w tabelach 4, 5 i 6. W niniejszych badaniach nie wykazano wpływu rodu na liczbę uzyskiwanych punktów w danej konkurencji. W konkurencjach ujeżdżeniowych średnia liczba punktów wynosiła od 8,63 dla rodu Paco Bueno do 6,53 dla rodu Peppy San Badger. W konkurencjach z cielętami najlepsze wyniki uzyskiwały konie z rodu Joe Cody (9,50 punktów), najgorsze natomiast konie z rodu Hollywood Jac 86 (4,00 punkty). W konkurencjach szybkościowych konie z rodu Paco Bueno uzyskały średnio 17,00 punktów, blisko o dziesięć punktów więcej niż osobniki z rodu Doc Bar, jednak różnice te nie okazały się istotne statystycznie.

Tabela 4. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie należące do różnych rodów w konkurencjach ujeżdżeniowych

Ród	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
Hollywod Jac 86	7	8,51	2,97	3,50	13,20
Three Bars	5	6,90	2,19	3,50	9,00
Pappy San Badger	11	6,53	3,72	0	13,00
Joe Cody	8	7,73	4,96	1,34	17,00
Doc Bar	23	8,37	5,39	0	20,00
Poco Bueno	13	8,63	3,71	4,00	15,00
Inne rody	4	6,67	3,38	2,25	10,34

Tabela 5. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie należące do różnych rodów w konkurencjach z cielećkami

Ród	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
Hollywod Jac 86	2	4,00	2,19	3,00	4,00
Pappy San Badger	9	4,75	2,65	0	10,00
Joe Cody	3	9,50	5,76	5,00	16,00
Doc Bar	19	6,38	5,14	0	18,00
Poco Bueno	7	4,85	4,98	0	13,00
Inne rody	3	8,33	2,02	6,50	10,50

Tabela 6. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie należące do różnych rodów w konkurencjach szybkościowych

Ród	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
Pappy San Badger	2	11,12	2,65	9,25	13,00
Joe Cody	3	10,44	8,69	3	20,00
Doc Bar	2	7,50	3,53	5	10,00
Poco Bueno	2	17,00	3,40	15	17,00

Nie wykazano również związku między wiekiem konia a zajmowanym w zawodach miejscem, co bezpośrednio przekładało się na liczbę punktów uzyskanych w poszczególnych konkurencjach (Tab. 7). Konie z grupy I (4-8 lat) i II (9-12 lat) uzyskały bardzo zbliżoną średnią liczbę punktów, wynoszącą odpowiednio 7,66 oraz 8,16. Konie najstarsze, w wieku powyżej 12 lat uzyskiwały średnio 5,43 punktów, jednak różnice te nie były statystycznie istotne. Płeć konia również nie miała istotnego wpływu na szybkość, precyzję ruchów czy większy *cow sense*, a tym samym na wygraną zwierzęcia i uzyskaną przez niego liczbę punktów w poszczególnych konkurencjach (tab. 8). Największą liczbę startujących koni stanowiły ogiery (39 osobników), które uzyskały najwyższą średnią liczbę punktów wynoszącą 8,21, w przeciwieństwie do wałachów (31 osobników), które uzyskały najniższą liczbę punktów – 6,50.

Tabela 7. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie w poszczególnych klasach wiekowych we wszystkich analizowanych konkurencjach

Klasa wiekowa [lata]	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
4-8	71	7,66	4,57	0	20,00
9-12	17	8,10	4,19	1,30	17,00
powyżej 12	10	5,43	1,75	3,50	8,60

Tabela 8. Średnia liczba punktów uzyskanych przez konie różnej płci we wszystkich analizowanych konkurencjach.

Płeć	Liczba koni	Liczba punktów			
		$\bar{x}$	SD	min	max
Ogier	39	8,21	4,27	1,30	18,00
Klacz	28	7,64	4,53	0	20,00
Wałach	31	6,50	4,17	0	15,00

4. Dyskusja

W dostępnej literaturze niewiele jest prac poświęconych koniom tej trasy, dlatego prowadzenie dyskusji jest nieco utrudnione. Poza opisami konkurencji stylu western i ogólnej charakterystyki koni rasy American Quarter Horse w większości prac analizowana jest użytkowość wyścigowa koni innych ras, głównie koni czystej krwi arabskiej i pełnej krwi angielskiej. W przypadku tej drugiej dzielność wyścigowa jest bowiem podstawowym kryterium selekcyjnym (Sobczyńska 2003). Od wielu lat w różnych krajach poszukuje się obiektywnych metod do określania tej cechy w celu uzyskania maksymalnego postępu hodowlanego. Wielu autorów (Bek-Kaczowska 2000, Kulisa i in. 1996, Mota i in. 1998, Ojala i in. 1987, Tolley i in. 1985), przy pomocy różnych mierników analizowało czynniki środowiskowe, które mogłyby mieć wpływ na użytkowość wyścigową koni, badając jednocześnie przydatność tych mierników do oceny zwierząt.

Do oceny użytkowości wyścigowej koni czystej krwi w Polsce używa się współczynnika powodzenia, który wyraża stosunek wygranych przez konia pieniędzy do średniej wygranych przez stawkę koni w danym sezonie wyścigowym (Sobczyńska 1995). Selekcja na podstawie kryteriów bezpośrednich według sum wygranych ma swoje zalety. Jest bowiem wiarygodnym i praktycznym miernikiem, powszechnie akceptowanym także przez hodowców (Polak 2004). Ze względu na to, że prawdopodobieństwo wygrania wzrasta wraz ze wzrostem klasy i poziomu sportowego konia, mogą pojawiać się duże rozbieżności umożliwiające ocenę. W przypadku koni AQH i APH startujących w Polsce, badania takie są jednak trudne do przeprowadzenia ze względu na niewielką liczbę zawodów z nagrodami pieniężnymi (Pietrzak 2005). Podobnie więc jak w badaniach Chrzanowskiego i innych

(2000) do oceny wyników koni startujących zastosowano metodę punktową, której podstawą były wyniki uzyskane przez konie w poszczególnych konkurencjach.

Analiza liczby startujących koni nasuwa wniosek, że w Polsce rasy AQH i APH są mało wykorzystywane w konkurencjach szybkościowych, mimo doskonałych predyspozycji do osiągania dużych szybkości na krótkich dystansach. W konkurencjach szybkościowych startowało w sumie 9 koni rasy AQH. Tak mała liczba startujących zwierząt nie pozwala na precyzyjną ocenę ich przydatności do tej konkurencji. W konkurencjach w udziałem cieląt startowały 43 konie, w ujeżdżeniowych natomiast 71, co należy zaliczyć do zjawisk pozytywnych, bowiem właśnie ta dyscyplina jest podstawą do rozwoju innych konkurencji westernowych. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic między poszczególnymi rodami, niezależnie od pochodzenia po przodkach wyspecjalizowanych w konkretnych konkurencjach. Może to więc wskazywać na braki w treningu koni lub braki w umiejętnościach zawodników, którzy nie potrafią w pełni wykorzystać ich predyspozycji.

W badaniach własnych nie wykazano również wpływu wieku konia na liczbę zdobytych punktów w zawodach Polskiej Ligi Western i Rodeo. W przypadku koni AQH nie da się określić wpływu wieku na wygrane pieniężne, jak ma to miejsce w gonitwach pełnej krwi angielskiej, ponieważ w rozgrywanych w Polsce konkurencjach westernowych stawki pieniężne często nie występują (Sobczyńska 2003). Jak jednak wspomniano wcześniej, w Polsce w konkurencjach szybkościowych startuje niewiele koni rasy AQH i APH, co może mieć bezpośredni wpływ na takie wyniki. Obserwując bowiem quartery startujące poza granicami naszego kraju, zauważa się widoczny wpływ wieku na zwycięstwo. W większości przypadków wygrywają konie młode, a maksymalnym wiekiem koni startujących w tych konkurencjach jest 16 lat.

Płeć zwierzęcia nie miała związku z uzyskaną przez konia liczbą punktów w poszczególnych konkurencjach. Wprawdzie ogiery uzyskiwały średnio o 0,57 i 1,71 punktów więcej od klaczy i wałachów, jednak różnice te okazały się nieistotne statystycznie. Badania Sobczyńskiej (2003) również wykazały, że ogiery częściej plasowały się na wyższych miejscach i były szybsze od klaczy. Z kolei badania Geringera i Lisik (2006), potwierdziły, że najlepsze wyniki uzyskiwały ogiery, jednak najslabsze wyniki w powyższych badaniach odnotowały klacze.

W konkurencjach westernowych nie bierze się pod uwagę takich czynników jak rodzaj gonitwy, długość dystansu czy masa ciała zawodnika. Nie bez znaczenia jest również klasa sportowa jeźdźcy, która w powyższych badaniach nie została jednak uwzględniona. W Polsce głównym celem hodowli jest uzyskanie szlachetnego, wszechstronnego konia wierzchowego,

odpowiedniego do wykorzystania w sporcie i rekreacji. Idealne do tego wydają się konie szlachetne półkrwi, które odznaczają się wysoką dzielnością, głównie w konkurencjach skoków przez przeszkody i ujeżdżania (Geringer i Lisik 2006), jednakże wyniki uzyskane przez konie rasy AQH i APH wskazują również na ich bardzo dobre predyspozycje w tych konkurencjach.

5. Wnioski

1. W badaniach nie wykazano istotnych różnic w predyspozycjach do konkretnych konkurencji westernowych związanych z przynależnością do określonego rodu.
2. Nie stwierdzono wpływu wieku i płci na zajmowane miejsce, a tym samym liczbę uzyskanych punktów w określonych konkurencjach w zawodach Polskiej Ligi Western i Rodeo.

Literatura

Bek-Kaczkowska I. 2000. Dzielność wyścigowa koni półkrwi ocenionych na wrocławskim torze wyścigów konnych Partynice w latach 1988-1998. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, 400:9-21.

Chrzanowski S., Łojek J., Kurek A. 2000. Ocena wyników koni startujących w czempionatach we wszechstronnym konkursie konia wierzchowego w latach 1993-1999. Zeszyty Naukowe AR Szczecin, 2:99-105.

Dosenbach M., Dosenbach D. H. 1987. The Noble Horse. New York: Portland House.

Dudko A., Circelli J. 2004. Zmiany w przepisach dotyczących rejestracji AQH i APH, artykuł portalu wild-west-riders.

Geringer H., Lisik A. 2006. Wartość hodowlana ogierów ocenianych na podstawie własnego potomstwa szlachetnej półkrwi startującego w skokach przez przeszkody w latach 1990-2000. Prace i Materiał Zootechniczne, 16:62-68.

Kulisa M., Łuszczyński J., Kosińska A. 1996. Wyniki prób dzielności uzyskiwane przez konie czystej krwi arabskiej. Przegląd Hodowlany, 11:24.

Mota M. D. S., Olivier H. N., Silva R. G. 1998. Genetic and environmental factors that affects the best time of Thoroughbred horses in Brazil. Journal of Animal Breeding and Genetics, 115:123-129.

Ojala M., van Oleck L. D., Quaas R.L. 1987. Factors influencing best annual racing time in finnish horses. Journal of Animal Science, 64:109-116.

Pec M. 2004. American Quarter Horse w Europie. Opracowanie na podstawie American Quarter Horse Association, IBC-IN.

Pietrzak S. 2005. Hodowla i produkcja koni sportowych w Europie. *Przegląd Hodowlany* 1:15-16.

Polak G. 2004. Metody oceny predyspozycji wierzchowych koni półkrwi w Niemczech i we Francji cz. II. System francuski. *Przegląd Hodowlany*, 2:29-32.

Sobczyńska M. 2003. Wpływ wybranych czynników środowiskowych na użytkowość (dzielność) wyścigową polskich koni pełnej krwi oraz przydatność różnych mierników do oceny tej użytkowości. *Prace i Materiały Zootechniczne*, 61:49-59.

Sobczyńska M. 1995. Problemy związane z oceną użytkowości wyścigowej koni arabskich czystej krwi. *Przegląd Hodowlany*, 9:13-14.

Tolley E. A., Notter D. R., Marlowe T. J. 1985. A review of the inheritance of racing performance in horses. *Animal Breeding Abstracts*, 53:163-185.

Analiza wartości rzeźnej i jakości mięsa indyków **Artur Kryza⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽²⁾, Marian Pietrzak⁽³⁾, Lidia Lewko⁽²⁾**

¹Diversey Polska Sp. z o.o., Warszawa

²Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, Instytut Zootechniki-PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka

³Katedra Hodowli Małych Ssaków i Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Artur Kryza: artur.kryza@sealedair.com

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była losowa ocena surowca rzeźnego, jakim są pochodzące z intensywnego chowu indyki typu ciężkiego pozyskiwane przez duże zakłady przemysłu drobiarskiego. Zbadano cechy chemiczne i fizyczne mięsa indyków, z uwzględnieniem płci oraz dokonano analizy częstotliwości występowania bakterii z grupy *Campylobacter* na mięsie tego gatunku drobiu.

Uzyskane wyniki wskazują, że do najważniejszych cech umożliwiających szybką i dobrą ocenę jakości mięsa indyków, należy zaliczyć odczyn pH i przewodność elektryczną. Stwierdzono ponadto wpływ płci na cechy rzeźne i skład chemiczny mięsa, mianowicie indory cechowały się większą ($p<0,01$) masą ciała i wydajnością rzeźną oraz wyższą ($p<0,05$) zawartością wody przy niższym ($p<0,05$) udziale tłuszczu. Wykazano większą częstotliwość występowania bakterii z grupy *Campylobacter* na mięsie indyczym (33%) vs kurcząt (20%).

Słowa kluczowe: indyk, tuszka, mięso, jakość

Analysis of slaughter value and meat quality in turkeys

Summary

The aim of the study was to make a random evaluation of slaughter material in the form of intensively farmed heavy turkeys, supplied to large poultry processing plants. Chemical and physical characteristics of turkey meat were studied with regard to sex and the frequency of *Campylobacter* bacteria was analysed on the meat of this poultry species

The results obtained show that pH and electrical conductivity are the most important traits to be used for rapid and accurate evaluation of turkey meat quality. In addition, sex was found to have an effect on slaughter traits and chemical composition of the meat, with male turkeys being characterized by higher ($p<0.01$) body weight and dressing percentage, as well as higher ($p<0.05$) water content and lower ($p<0.05$) fat content. *Campylobacter* bacteria were more frequent on turkey meat (33%) compared to chicken meat (20%).

Keywords: turkey, carcass, meat, quality

1. Wstęp

Państwa UE (28) to drugi na świecie producent mięsa indyczego, z udziałem 36,9% w globalnej produkcji ogółem (Windhorst 2011). Spośród 2017 tys. ton wyprodukowanego unijnego mięsa indyczego, 355 tys. ton pochodzi z Polski. W UE więcej mięsa tego gatunku drobiu produkują tylko Niemcy (390 tys. ton) i Francja (378 tys. ton). W naszym kraju wielkość produkcji mięsa indyczego w ostatnim dziesięcioleciu systematycznie wzrasta, średnio w roku o 1,5% (www.krd-ig.com.pl). Mięso to ze względu na swoje właściwości i cenę stosowane jest najczęściej w produkcji garmazeryjnej i do wytwarzania wysokiej jakości wędlin. Szczególnie mięsień piersiowy powierzchowny, jest pożądanym surowcem dla przetwórstwa i wykorzystywany jest głównie do produkcji wyrobów typu szynka czy polędwica. Warunkiem uzyskania wysokogatunkowych produktów końcowych jest posiadanie surowca odpowiedniej jakości technologicznej i mikrobiologicznej (Kijowski,

2001). Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem produkcji i konsumpcji drobiu zwiększa się również liczba przypadków zakażeń pokarmowych wywołanych przez bakterie z rodzaju *Campylobacter*. Liczne prace potwierdziły, iż tusze drobiowe stanowią istotny potencjalny rezerwuuar inwazyjnych i patogennych dla człowieka szczepów *Campylobacter* (Rożynek i in., 2005, Szczepańska i in., 2007, Kryza, 2016). Drobnoustroje znajdujące się na powierzchni żywych jeszcze ptaków oraz w ich przewodach pokarmowych mogą być rozproszane na całą tuskę w trakcie procesu ubojowego i obróbki poubojowej. Bakterie z rodzaju *Campylobacter* są nieszkodliwe dla drobiu, ale u człowieka mogą być poważnym problemem zdrowotnym. W krajach takich, jak: Wielka Brytania, Holandia, Szwajcaria, Finlandia czy Norwegia – pałeczki *Campylobacter* to główna przyczyna infekcji pokarmowych (w 2014 roku potwierdzono 214 tysięcy przypadków). W Polsce, w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 18 maja 2004 r. (Dz. U. Nr 130, poz. 1394) wymienia się kamylobakteriozę zwierząt, jako zoonozę podlegającą obowiązkowej rejestracji. W konsekwencji polskie służby również kontrolują zanieczyszczenie elementów mięsnych bakteriami *Campylobacter*. Jest to koniecznością tym bardziej, że w badaniach (Woźniak, 2010) dowiedziono, iż bakterie te w ostatnich latach stały się odporne na wiele różnych antybiotyków. Szczepami najbardziej opornymi na wiele różnych preparatów bakteriobójczych okazały się te wyizolowane z indyków. Okazały się one odporne nie tylko na jeden antybiotyk, ale równocześnie na dwa. Odsetek tej odporności mógł sięgać nawet 90%. Wykazano ponadto (Szczepańska i in. 2007) większą częstotliwość występowania bakterii z grupy *Campylobacter* na mięsie indyczym (33%) vs kurcząt (20%).

Celem przeprowadzonych badań była losowa ocena surowca rzeźnego, jakim są pochodzące z intensywnego chowu indyki typu ciężkiego pozyskiwane przez duże zakłady przemysłu drobiarskiego. Zbadano cechy chemiczne i fizyczne mięsa indyków, z uwzględnieniem płci oraz dokonano analizy częstotliwości występowania bakterii z grupy *Campylobacter* na mięsie tego gatunku drobiu.

2. Materiały i metody

Próby pobrano losowo na linii technologicznej dużego komercyjnego zakładu drobiarskiego w pełni zintegrowanego z pionem hodowlanym, co pozwala kontrolować kolejne etapy produkcyjne „od fermy do widelca”. W zakładzie wdrożone są między innymi systemy HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) i IFS (International Food Standard). Mieszance zestawu hodowlanego indyków typu ciężkiego BIG 6 pochodziły od różnych

producentów. Warunki odchowu wszystkich ptaków były zgodne z zaleceniami intensywnego chowu (British United Turkey 2002, Jankowski i Kozłowski, 2012).

Ocena wartości rzeźnej ptaków objęła masę przedubojową (MPU) i masę tuszki (MT), które posłużyły do określenia wydajności rzeźnej (WR) wg wzoru:

$$WR \% = \frac{a \times 100}{b}$$

gdzie: a = masa tuszki MT, b = masa przedubojowa MPU

Natomiast w zakresie cech fizycznych w mięśniu piersiowym powierzchownym (*m. pectoralis superficialis*, MPP) i w mięśniach uda (MU) zmierzono stężenie jonów wodorowych (pH), temperaturę (temp) oraz przewodność elektryczną (*electrical conductivity*, EC). Pomiarów tych dokonano w 20 minut (₂₀), 2 godziny (_{2h}) i 24 godziny (_{24h}) po uboju.

Przed ubojem ptaki przeznaczone do badań zostały zważone (MPU). W celu łatwiejszej identyfikacji osobników doświadczalnych ptaki oznakowano, uwzględniając ich płeć. Badaniami objęto 23 indory i 12 indyczek. Ptaki poddano ubojowi i obróbce poubojowej zgodnej z ogólnie obowiązującymi procedurami w zakładzie, na terenie którego realizowano badania.

Po oskubaniu i wytrzewieniu ptaków oznaczono pH₂₀, temp₂₀ oraz EC₂₀. Następnie tuszki zostały poddane procesowi dwustopniowego schładzania, tj. w pierwszej zanurzono je w wodzie o temp. 15°C, a po 30 minutach w wodzie z lodem o temp. 3°C. Po zakończeniu tego etapu tj. po około 2 godzinach od uboju, tuszki zważono (MT) i oznaczono ponownie cechy fizyczne mięsa: pH_{2h}, temp_{2h} oraz EC_{2h}. Następnie tuszki zawieszono na przenośniku i po procesie ociekania oraz dalszego schładzania zimnym powietrzem o prędkości 0,5 m/s i temp. 0°C (40 minut), przeniesiono do chłodni (temp. 4°C, wilgotność 65%) na około 22 godziny. Po czym oznaczono wskaźniki pH_{24h} i EC_{24h} w MPP. Z przyczyn technicznych nie wykonano pomiarów w mięśniach uda. Wszystkie pomiary cech fizycznych mięsa przeprowadzane były w MPP lewym i w części udowej lewej nogi.

Pomiar stężenia jonów wodorowych wykonano bezpośrednio w tuszy elektrodą kombinowaną szklano – kalomelową (Handylab 2, Schott Geräte, Mainz, Germany). Przewodność elektryczną (mS/cm) oraz temperaturę (°C) oznaczono aparatem LF-STAR (Matthäus, Nobitz, Germany).

W MPP i MU oznaczono zdolność utrzymania wody własnej (WHC). Oznaczenie to wykonano 48 godzin po uboju metodą Grau i Hamm'a (1952) z modyfikacją Pohja i Niinivaara (1957). W tym celu mięśnie odpowiednio przygotowano, mianowicie MPP pozbawiono skóry, tłuszczu podskórnego i omięsnej zewnętrznej. Natomiast z uda została

usunięta tylko skóra z tłuszczem podskórnym i kość udowa, a mięśnie wraz z tłuszczem międzymięśniowym zostały zmielone.

Otrzymane wyniki zostały opracowane statystycznie za pomocą programu *Statistica 10*. Obliczono średnie arytmetyczne ($\bar{x}$) i współczynnik zmienności (V). Istotność różnic zweryfikowana została testem T-Studenta.

3. Wyniki i dyskusja

Średnia masa przed ubojem całej badanej populacji indyków wyniosła 15,30 kg, a zmienność tej cechy kształtowała się na poziomie 28,95%. Natomiast uwzględniając płeć ptaków (Tab. 1), to średnia masa indorów wynosiła 18,09 kg, a indyczek 9,95 kg. Różnica ta jest istotna statystycznie $p \leq 0,01$. Występowanie takiej, uwarunkowanej płcią, dysproporcji MPU wśród indyków jest rzeczą normalną. Grabowski i Kijowski (2004) podają, że średnia masa żywych indorów typu BIG 6 przeznaczonych do uboju wynosi 19,90 kg, natomiast indyczek 9,50 kg. Zbliżone wartości w swojej pracy podaje również Puchajda i in. (2000).

Konsekwencją tak zróżnicowanego parametru MPU są również mocno zróżnicowane wartości masy tuszki samców i samic, wysoko istotnie ($p \leq 0,01$) cięższe są tuszki indorów.

Najważniejszym parametrem charakteryzującym wartość rzeźną wszystkich zwierząt gospodarskich jest wydajność rzeźna, parametr ten u indorów był istotnie ($p \leq 0,01$) korzystniejszy a niżeli u indyczek. Wartości tej cechy kształtowały się odpowiednio na poziomie 82,39 i 79,07%. Jednocześnie niski (2,61 i 3,61%) współczynnik zmienności (V) świadczy o wyrównaniu tej cechy w badanych grupach. Puchajda i in. (2000) w swoich badaniach prowadzonych na ptakach BIG 6 określili WR indorów na 84,47 a indyczek 83,51%. Natomiast Grabowski i Kijowski (2004) w swojej pracy przedstawił wyniki, gdzie ten wskaźnik określili dla indorów na poziomie 82,30 a indyczek 80,20%.

Tabela 1. Wartość rzeźna indyków w zależności od płci

Płeć\Cecha		MPU, kg	MT, kg	WR, %
Indory	$\bar{x}$	18,09 ^B	15,17 ^B	82,39 ^A
	V	14,46	13,34	3,61
Indyczki	$\bar{x}$	9,95 ^A	8,22 ^A	79,07 ^B
	V	7,40	7,18	2,61

Objaśnienie: MPU-masa ptaka przed ubojem; MT-masa tuszki; ^{A, B}- wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$

Tabela 2 przedstawia rozkład wartości pH mierzonego trzykrotnie w MPP w ciągu 24 godzin po uboju. Stężenie jonów wodorowych 20 minut po uboju było bardzo zbliżone u obu

płci i wynosiło odpowiednio 6,32 (indory) i 6,33 (indyczki). Wartość tego parametru po upływie 2 godzin uległa obniżeniu. Wyższym pH charakteryzowały się indyczki ($\text{pH}_{2\text{h}}$ 6,22) niż indory ($\text{pH}_{2\text{h}}$ 6,15), różnica ta nie była statystycznie istotna. Końcowe pH również nie wykazało statystycznych różnic między płciami. Wartość ta u indorów (pH_{24} 5,90) była wyższa w porównaniu z grupą indyczek (pH_{24} 5,86). Tak kształtujący się rozkład pH w ciągu pierwszych 24 godzin od uboju, świadczy o prawidłowym przebiegu przemian poubojowych w mięśni piersiowym powierzchownym indyków (Pietrzak i in., 1997; Alvarado i in., 2002).

Dobłą jakość mięsa potwierdza również wysokość temperatury (Tab. 2) mierzona 20 minut *post mortem* (temp_{20}). Była ona wyższa u indorów ($30,48^{\circ}\text{C}$) i charakteryzowała się szybszym spadkiem, albowiem kolejny pomiar $\text{temp}_{2\text{h}}$ wykazał wartość $11,70^{\circ}\text{C}$. Odpowiednio w grupie indyczek wykazano temp_{20} $27,42^{\circ}\text{C}$ i $\text{temp}_{2\text{h}}$ $14,67^{\circ}\text{C}$. Różnice między badanymi grupami były statystycznie istotne ($p \leq 0,01$).

W badaniu na indykach BIG 6 Puchajda i in. (1999), określili wartość pH_{24} w mięśni piersiowym na poziomie 5,87. Owens i Sams (2000) określając pH po 5 minutach, 2 oraz 24 godzinach po uboju podają następujące wartości tej cechy: 6,21; 5,95; 5,99. W innej pracy Owens i in. (2000) określają pH 90 minut po uboju i uzyskują wartość 6,09.

Wartość pH_{20} mierzona w mięśniach uda była wyższa w badanych grupach (indory 6,52; indyczki 6,54) od wartości tego wskaźnika w MPP. Pomiar $\text{pH}_{2\text{h}}$ wykazał większy ($p \leq 0,01$) spadek wartości w grupie indorów (6,18) niż w grupie indyczek (6,35). Puchajda i in. (1999) określili wartość pH w 24 godziny po uboju w mięśniach uda indyczek na poziomie 6,35. Na podstawie przytoczonych parametrów tej cechy można wnioskować, że zmiany glikolityczne w mięśniach uda indyczek *post mortem*, postępują wolniej niż u indorów. Wyższe stężenie jonów wodorowych w mięśniach uda niż w mięśniach piersiowych jest charakterystyczne także dla innych gatunków ptaków. Uzyskane wartości parametrów charakteryzujących stopień zakwaszenia badanej tkanki mięśniowej wskazują, że zarówno z indorów, jak i indyczek uzyskano mięso dobrej jakości.

Wartości temperatur mierzonych w udzie i ich spadek w czasie były nieco niższe niż w mięśni piersiowym.

W przypadku zarówno MPP jak i MU przewodność elektryczna mięśni była wyższa u indorów niż u indyczek (Tab. 2). Wartości przewodności elektrycznej 2 godziny *post mortem* ($\text{EC}_{2\text{h}}$) dla MPP oraz MU były zbliżone i kształtowały się na poziomie 4,0 mS/cm. Jednakże współczynniki zmienności obliczone dla wartości tego parametru były bardzo wysokie, dla MPP powyżej 66,37%. Świadczy to o bardzo intensywnych przemianach w tkance mięśniowej w tym okresie czasu po uboju. Kolejny pomiar EC po 24 godzinach

charakteryzuje się już korzystniejszym wyrównaniem. Także Czyżak-Runowska i in. (2010) wykazali dla mięsa wieprzowego, że w ocenie jakości mięsa powinien być wykorzystany pomiar przewodności elektrycznej 24 godziny, a nie 90 minut po uboju.

Otrzymane wyniki EC_{20} , EC_{2h} i EC_{24} świadczą o dobrej jakości badanego mięsa, co zostało potwierdzone wielkością wskaźnika WHC analizowanych mięśni, która kształtowała się na poziomie od 14,66 (indyczki) do 14,69 mg% (indory).

W badaniach własnych wykazano, że przewodność elektryczna jest dobrym wskaźnikiem wiązania wody przez tkankę mięśniową. Poprawność tego założenia również potwierdzono dla mięsa indyczego (Wójcik i in., 2000; Lesiów i Kijowski, 2003) i trzody chlewnej (Pospiech i in., 2011).

Uzyskane wyniki badań własnych oraz dane z piśmiennictwa (Lesiów i Kijowski, 2003; Batkowska i Brodacki, 2011) wskazują, że do najważniejszych cech umożliwiających szybką i dobrą ocenę jakości mięsa indyków typu ciężkiego, należy zaliczyć odczyn pH i przewodność elektryczną.

Tabela 2. Cechy fizyczne mięsa badanej grupy indyków

Cecha\Płeć		Jedn.	Indory		Indyczki		Razem ♂+♀	
			MPP	MU	MPP	MU	MPP	MU
pH ₂₀	x	-	6,32 ^b	6,52 ^{ab}	6,33 ^{ab}	6,54 ^a	6,32 ^b	6,53 ^{ab}
	V	%	5,51	3,77	5,16	1,75	5,40	3,23
pH _{2h}	x	-	6,15 ^A	6,18 ^A	6,22 ^{AB}	6,35 ^B	6,17 ^A	6,24 ^{AB}
	V	%	5,78	2,93	6,28	2,29	5,98	3,01
pH ₂₄	x	-	5,90	-	5,86	-	5,88	-
	V	%	2,91	-	2,00	-	2,66	-
temp ₂₀	x	°C	30,48 ^A	30,48 ^A	27,42 ^C	28,92 ^B	29,43 ^{AB}	29,94 ^{AB}
	V	%	4,20	5,02	11,77	8,98	8,83	7,00
temp _{2h}	x	°C	11,70 ^A	12,22 ^A	14,67 ^B	14,92 ^B	12,71 ^{AB}	13,14 ^{AB}
	V	%	22,19	20,33	4,25	5,78	20,12	18,56
EC ₂₀	x	mS/cm	4,87 ^c	6,53 ^a	3,56 ^d	5,68 ^{bc}	4,42 ^{cd}	6,24 ^{ab}
	V	%	29,59	15,59	30,75	13,68	33,29	16,41
EC _{2h}	x	mS/cm	4,06 ^{AB}	4,89 ^A	3,53 ^{BC}	2,97 ^C	3,87 ^{BC}	4,23 ^A
	V	%	66,37	37,93	99,56	42,40	77,65	45,08
EC ₂₄	x	mS/cm	9,58	-	9,26	-	9,42	-
	V	%	10,90	-	24,62	-	18,90	-
WHC	x	mg%	14,57	14,69	13,50	14,66	14,04	14,67
	V	%	14,56	5,12	6,44	5,90	12,17	5,52

Objaśnienie: MPP - mięsień piersiowy powierzchowny, MU – mięśnie uda, ^{A, B}- wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$, a, b- wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Jednym z ważniejszych czynników pozwalającym ocenić jakość mięsa jest jego skład chemiczny, szczególnie procentowy udział wody, białka oraz tłuszczu.

Zawartość wody w MPP u indorów kształtowała się na poziomie 74,92% a u indyczek wyniosła 73,92%, a w MU odpowiednio 73,60% i 72,30%. Różnica była istotna statystycznie $p \leq 0,01$, uwzględniając płeć i rodzaj mięśnia. Zmienność cechy w całej populacji wyniosła 1,22%. Podobne wyniki zawartości wody w mięsie indyczym na poziomie około 70 – 74% podają Puchajda i in. (1997 oraz 2000).

W całej populacji średnia zawartość białka w MPP wynosiła 23,95%, a istotnie mniej $p \leq 0,01$ w MU 18,05%. Współczynnik zmienności dla tej cechy wyniósł odpowiednio 4,45% i 6,55%. Dla MPP wyższy poziom białka stwierdzono u indyczek (24,51%) nieco niższy u indorów (23,66%). Natomiast dla MU to u indorów analiza wykazała wyższy udział białka (18,12%) niż u indyczek (17,89%). Nie potwierdzono statystycznie istotnych różnic. Puchajda i in. (1999) podają że średnia zawartość białka u indyczek rasy BIG 6 w mięśniu piersiowym wynosiła 24,15%. Natomiast w pracy z 1997 roku Puchajda i in. określili średni poziom białka w MPP u indyków ras ciężkich na poziomie 24,5%, a w udzie od 19,34 do 20,07% (indory) i od 19,46 do 20,07% (indyczki).

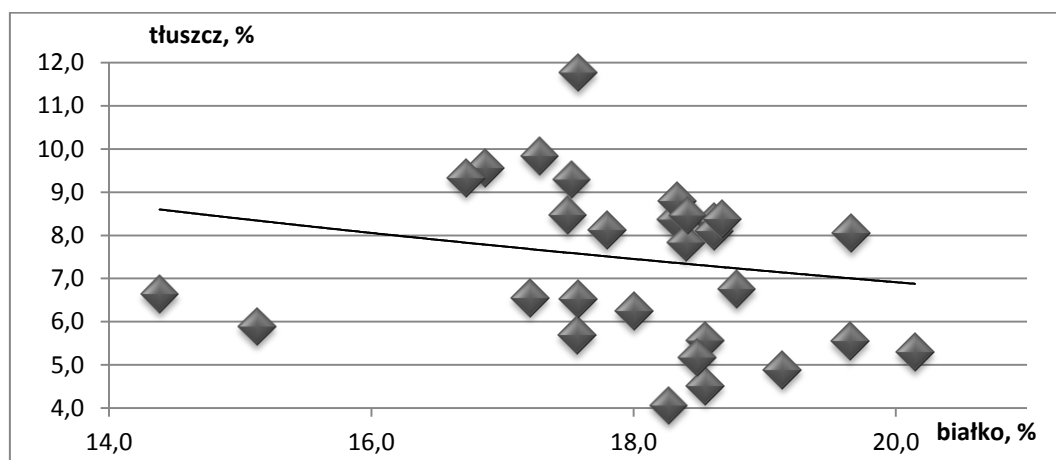
Zawartość tłuszczu u analizowanych osobników w MPP kształtowała się na poziomie 0,89%, a w MU 7,46%. Wyższym poziomem cechowały się indyczki 1,08% MPP i 8,30% MU niż indory 0,79% MPP i 6,93% MU. Różnica zawartości tłuszczu w mięśniu piersiowym pomiędzy płciami była statystycznie istotna $p \leq 0,05$, a między rodzajem mięśnia $p \leq 0,01$. Puchajda i in. (1997) określili średnią zawartość tłuszczu w mięsie indyczek w przedziale od 0,82 do 1,03%, natomiast u indorów od 0,89 do 1,83%. W kolejnych badaniach (1999) wspomniana Autorka z zespołem stwierdziła mniejszą zawartość lipidów w mięśniu piersiowym indyczek rasy BIG 6 (0,48%). Dane te świadczą o dużej zmienności udziału tłuszczu w mięsie indyczym, uwarunkowanego głównie żywieniem ptaków i gęstością obsady (Batkowska i in., 2011).

Tabela 3. Cechy chemiczne mięsa badanej grupy indyków

Zawartość \ Płeć - mięśnie		Jedn.	Indory		Indyczki		Razem ♂+♀	
			MPP	MU	MPP	MU	MPP	MU
woda	x	%	74,92 ^A	73,60 ^B	73,92 ^B	72,30 ^C	74,58 ^A	73,16 ^B
	V	%	1,24	2,58	0,40	0,65	1,22	2,30
białko	x	%	23,66 ^A	18,12 ^B	24,51 ^A	17,89 ^B	23,95 ^A	18,05 ^B
	V	%	4,74	7,51	2,65	3,57	4,45	6,55
tłuszcz	x	%	0,79 ^c	6,93 ^b	1,08 ^c	8,30 ^a	0,89 ^B	7,46 ^A
	V	%	45,04	32,28	24,28	11,02	26,26	26,25

Objaśnienie: MPP - mięsień piersiowy powierzchowny, MU – mięsień uda, ^{A, B} - wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$, a, b- wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

U wszystkich badanych ptaków stwierdzono wysoko istotną $p \leq 0,01$ ujemnie skorelowaną zależność pomiędzy zawartością w MU tłuszczu i białka (Rys. 1).



Rys. 1. Wpływ zawartości tłuszczu na udział białka w mięśniach uda indyków

Ocena ilościowa występowania *Campylobacter* ssp. na elementach mięsnych badanych indyków wykazała bardzo niski poziom zanieczyszczeń, wynoszący poniżej 10 jednostek tworzących kolonie (JTK) na 1 g próby.

4. Wnioski

W przeprowadzonej analizie stwierdzono wpływ płci na cechy rzeźne indyków ciężkich. Indory cechowały się większą ($p \leq 0,01$) masą ciała i wydajnością rzeźną. Mięso indorów i indyczek charakteryzowało się bardzo korzystnymi parametrami fizycznymi, przede wszystkim dobrym stężeniem jonów wodorowych 20 minut i 2. oraz 24. godziny po uboju co świadczy o poprawnym przebiegu procesu jego dojrzewania. Uzyskane wyniki wskazują, że do najważniejszych cech umożliwiających szybką i dobrą ocenę jakości mięsa indyków typu ciężkiego BIG 6, należy zaliczyć odczyn pH i przewodność elektryczną. Na podstawie składu chemicznego tkanki mięśnia piersiowego powierzchownego oraz uda określono jakość surowca całej badanej populacji jako bardzo dobrą. Indyki ciężkie BIG 6 pochodzące z intensywnego chowu, zgodnego z zaleceniami dla tego typu produkcji, stanowią cenny surowiec rzeźny. Natomiast ubój i obróbka poubojowa realizowana w zakładzie zapewniającym dobre warunki higieniczne i wysokie standardy jej kontroli, pozwala pozyskać mięso i jego elementy tylko w niewielkim stopniu (<10 jtk/g) skażone bakteriami *Campylobacter*.

Literatura

Alvarado C. Z., Sams A. R., 2002. The role of carcass chilling rate in the development of pale, exudative turkey pectoralis. *Poultry Science*, 81, 1365-1370.

Batkowska J., Brodacki A., 2011. Cechy fizykochemiczne mięsa indyczek rzeźnych utrzymywanych systemem ekstensywnym. *Rocz. Nauk. PTZ*, 7, 1, 39-49.

Batkowska J., Brodacki A., Grodzicki T., 2011. Skład chemiczny oraz profil kwasów tłuszczowych mięsa indyczek rzeźnych utrzymywanych systemem ekstensywnym. *Rocz. Nauk. PTZ*, 7, 2, 39-51.

British United Turkeys., 2002. Commercial Performance Goals. 5th Edition, Warren Hall, Broughton, Chester (UK), www.aviagen.com.

Czyżak-Runowska G., Łyczyński A., Pospiech E., Koćwin-Podsiadła M., Wojtczak J., Rzoszińska E., Mikołajczak B., Grześ B., Iwańska E., Krzęcio E., Sieczkowska H., Antosik K., 2010. Electrical conductivity as an indicator of pork meat quality. *J. Cent. Eur. Agric.* 11, 1: 105-112.

Grabowski T., Kijowski J., 2004. Mięso i przetwory drobiowe, technologia, higiena, jakość. WNT, Warszawa, 1-573.

Grau R., Hamm R., 1952. A simple method for the determination of water absorption in the meat. (in German) *Fleischwirtschaft*, 4, 295–297.

Jankowski J., Kozłowski K., 2012. Hodowla i użytkowanie indyków. W: Hodowla i użytkowanie drobiu. Red. Jankowski J., PWRiL Sp. z o.o., Warszawa, 325-353.

Kijowski J., 2001. Bezpieczeństwo zdrowotne i jakość żywieniowa mięsa drobiowego i jaj. *Żywność. Nauka. Technologia Jakość*, 8, 4, 82-92.

Kryza A., 2016. Kampanyobakterioza – zagrożenie czy szansa dla polskiego drobiarstwa? *Pol. Drob.*, 7: 48-53.

Lesiów T., Kijowski J., 2003. Impact of PSE and DFD meat on poultry processing - a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 12/53, 2, 3-8.

Owens O. M., Hirschler E. M., McKee S. R., Martinez-Dawson R., Sams A. R., 2000. Characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 533-558.

Owens O. M., Sams A. R., 2000. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poultry Science* 79, 1204-1207.

Pietrzak M., Greaser M. L., Sośnicki A. A., 1997. Effect of Rapid Rigor Mortis Processes on Protein Functionality in Pectoralis Major Muscle of Domestic Turkeys. *J. Anim. Sci.*, 75, 2106-2116.

Pohja M.S, Niinivaara F.P., 1957. The determination of water holding capacity of meat using constant pressure method. (in German) *Fleischwirtschaft*, 9, 193–195.

Pospiech E., Iwanowska A., Montowska M., 2011. Surowce zwierzęce i ich jakość. Jakość surowca mięsnego i jej uwarunkowania. Wady mięsa i możliwości ograniczenia ich negatywnego wpływu na jakość. w: A. Pisula, E. Pospiech (red.) *Mięso - Podstawy nauki i technologii*. Wyd. SGGW, Warszawa, 231-249.

Puchajda H., Faruga A., Pudyszak K., 1997. Effect of turkey line on meat quality. *Poultry Meat Quality*, 21 (S): 53 –58.

Puchajda H., Faruga A., Kłosowska D., Batura J., Meller Z., 1999. Wartość odżywcza i technologiczna mięsa indyczek rzeźnych różnego pochodzenia. *PTZ Warszawa Zesz. Nauk. Chów i Hodowla Drobiu*, 45, S, 463 – 469.

Puchajda H., Faruga A., Kłosowska D., Majewska T., 2000. Wpływ genotypu na efektywność odchovu i wartość rzeźną indyków typu ciężkiego. *PTZ Warszawa Zesz. Nauk. Chów i Hodowla Drobiu*, 49, S, 467 – 473.

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 18 maja 2004 w sprawie zoonoz oraz czynników zoonotycznych podlegających obowiązkowi rejestracji, Dz. U. Nr 130, poz. 1394.

Rożynek E., Dzierżanowska-Fangrat K., Jóźwiak P., Popowski J., Korsak D., Dzierżanowska D., 2005. Prevalence of potential virulence markers in Polish *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates obtained from hospitalized children and from chicken carcasses. *Journal of Medical Microbiology*, 54: 615-619.

Statsoft, Statistica 8.0, USA, 1984-2007.

Szczepańska B., Kława J.J., Szady-Grad M., Jurgoński A., Andrzejewska M., 2007. Występowanie bakterii z rodzaju *Campylobacter* u drobiu w trakcie procesu ubojowego. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 88 (1): 78-83.

Windhorst H. W., 2011. Patterns and dynamics of global and EU poultry meat production and trade. *Lohmann Information*, 46, 1, 28-37.

Woźniak A., 2010. Ocena wrażliwości na chemioterapeutyki przeciwbakteryjne szczepów *Campylobacter sp.* wyizolowanych od drobiu i ludzi oraz analiza ich genetycznego zróżnicowania. Praca doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław.

Wójcik A., Majewska T., Sowińska J., Iwańczuk K., 2000. Ubytki masy ciała i jakość mięsa po transporcie do rzeźni indyków otrzymujących w okresie odchovu dodatek węgla drzewnego i czosnku. *PTZ Warszawa Zesz. Nauk. Chów i Hodowla Drobiu*, 49, S, 255 – 261.

www.krd-ig.com.pl

Użytkowanie owiec rasy Olkuska w gospodarstwie ekologicznym na Podkarpaciu

Jadwiga Lechowska⁽¹⁾, Anna Augustyńska-Prejsnar⁽¹⁾, Małgorzata Ormian⁽¹⁾

¹Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

Jadwiga Lechowska: libra04@interia.pl

Streszczenie

Celem badań była ocena wartości użytkowej owiec rasy Olkuska oraz tempa wzrostu i odchowu jagniąt utrzymywanych w gospodarstwie ekologicznym realizującym Program Ochrony Zasobów Genetycznych Owiec na Podkarpaciu. Użytkowane w stadzie owce osiągnęły zadawalający poziom cech rozrodu, odchowu i rozwoju masy ciała jagniąt, zbliżony do wyników owiec tej rasy użytkowanych w kraju. W analizowanym stadzie jagnięta charakteryzowały się wyrównanym poziomem masy ciała zarówno w grupie tryczków jak i maciorek. Utrzymywane w gospodarstwie ekologicznym owce dostarczają wysokiej jakości, wartościowych produktów pozyskiwanych w warunkach dobrego środowiska bytowania zwierząt, do jakich z pewnością należą zaliczyć tereny Podkarpacia.

Słowa kluczowe: owca olkuska, użytkowość rozplodowa, gospodarstwo ekologiczne

Utility of Olkuska sheep in the ecological farm in Podkarpacie

Summary

The purpose of the study was to assess the utility value of Olkuska sheep also the growth and rearing of lambs kept in an ecological farm implementing the Genetic Resources Conservation Program for Sheep in Podkarpacie. Sheeps reared in herd have achieved satisfactory levels of reproduction, rearing and lamb weight development - similar to sheeps of this breed reared in the country. Lambs in the analyzed flock were characterized by balanced body mass and growth rate in both group of rams and ewes. Sheeps kept in organic farming conditions provide high value and high quality products obtained in the environment of the well-being of the animals to which the Podkarpacie region belongs.

Keywords: Olkuska sheep, reproduction breeding, ecological farm

1. Wstęp

Ekologiczna produkcja zwierzęca powinna odbywać się w naturalnych warunkach, a podstawą żywienia zwierząt przeżuujących powinno być pastwisko. Gospodarstwa ekologiczne są ważnym elementem zrównoważonego rozwoju rolnictwa, a chów owiec najbardziej proekologicznym obszarem produkcji rolnej w warunkach gór i pogórza (Bernacka i in., 2011; Wójcik, 2012). Dlatego też obecność owiec jest uzasadniona w biocenozach naturalnych, jakimi są gospodarstwa ekologiczne, a zwierzęta mogą być wszechstronnie użytkowane (Paraponiak, 2007; Bernacka i in., 2011). Dostarczają bowiem cennych produktów, jak wełny, skór, mięsa i mleka oraz cennego obornika. Ponadto przyczyniają się do podniesienia atrakcyjności otoczenia, są ozdobą krajobrazu przyciągającą turystów (Paraponiak, 2007). Do gospodarstw ekologicznych należy zatem wybierać owce dobrze wykorzystujące pastwisko, odporne na niesprzyjające warunki atmosferyczne, niższe temperatury czy opady oraz odporne na choroby związane ze stadnym wypasem (Bernacka i in., 2011).

W aspekcie produkcji ekologicznej, pastwiskowe utrzymanie owiec jest metodą sprzyjającą pozyskiwaniu od nich surowców i produktów żywnościowych o szczególnie korzystnych walorach dietetycznych i zdrowotnych (Paraponiak, 2007; Bernacka i in., 2011). Produkcja ekologiczna powinna zmierzać do realizacji podstawowych celów jakimi są zachowanie wysokiego poziomu próchnicy warunkującej żyzność gleby, utrzymanie równowagi biologicznej w środowisku dzięki pielęgnowaniu bioróżnorodności oraz samowystarczalność paszowo – nawozową, czyli dążenie do zamknięcia obiegu materii w gospodarstwie poprzez zrównoważenie produkcji roślinnej i zwierzęcej (Paraponiak, 2007; Sienkiewicz, 2010; Paraponiak i Pietruczuk, 2011; Bernacka i in., 2011; Wójcik, 2012).

Kluczowym aspektem sprawnego funkcjonowania hodowli ekologicznej jest dokonanie właściwego doboru zwierząt (Paraponiak, 2007). Owce powinny być przystosowane do ekstensywnych warunków, odznaczać się zdolnością adaptacji, witalnością i odpornością na choroby (Bernacka i in., 2011; Lechowska i in., 2008; Paraponiak i Pietruczuk, 2011). Niezwykle cenny materiał w gospodarstwie ekologicznym stanowią rasy zachowawcze doskonale przystosowane do lokalnych warunków środowiskowych, odznaczające się specyficznymi cechami użytkowymi i unikatowym genotypem (Sienkiewicz, 2010; Martyniuk, 2011). Stanowią źródło produktów zwierzęcych o wysokiej jakości oraz nieodłączny element krajobrazu, są również atrakcją dla turystów (Sikora, 2007; Lechowska i in., 2008; Paraponiak i Pietruczuk, 2011). Cechuje je odporność na choroby, żywotność ale niższa użytkowość. Są one szczególnie przydatne na terenach cennych przyrodniczo, a także objętych ochroną przyrody, gdzie konieczne jest stosowanie wypasu dla zachowania specyficznego charakteru ekosystemów i występującej tam różnorodności gatunków wolnożyjących (Sikora, 2007; Lechowska i in., 2008; Sienkiewicz, 2010; Sikora, 2015; www.izoo.krakow/bioroznorodnosc/owce.pl).

Celem badań była ocena wartości użytkowej owiec rasy olkuska oraz tempa wzrostu i odchovu jagniąt utrzymywanych w gospodarstwie ekologicznym na Podkarpaciu.

2. Materiał i metody

Ocenę efektów użytkowania rozplodowego oszacowano na podstawie dokumentacji hodowlanej, prowadzonej w stadzie zarodowym owiec rasy olkuska, realizującym Program Ochrony Zasobów Genetycznych Owiec na Podkarpaciu. Uzyskano dane z okresu pięciu lat użytkowania matek (2011 - 2015). Do oceny efektywności rozrodu maciorek zastosowano następujące wskaźniki: płodność (%), plenność matek (%), odchów jagniąt (%), użytkowość rozplodową (%), średnią masę jagniąt w dniu urodzenia (kg), średnią masę jagniąt w 56 dniu

życia (kg), przyrost masy ciała jagniąt (g). Płodność macierek oszacowano jako żywo urodzone potomstwo, w porównaniu do matek uwzględnionych przy stanówce. Wskaźnik ten wyrażono w procentach. Plenność obliczono jako liczbę urodzonych jagniąt w stosunku do wszystkich matek wykończonych. Użytkowość rozplodową oceniono, odnosząc wszystkie jagnięta odchowane do wszystkich matek w stadzie. Odchów jagniąt to liczba jagniąt odchowanych, w stosunku do wszystkich jagniąt urodzonych w stadzie.

Potomstwo oceniano pod względem tempa wzrostu, oceniając masę ciała jagniąt w 1 i 56 dniu życia oraz przyrosty dobowe masy ciała w okresie 1-56 dni życia. Dodatkowo określono wielkość miotów, uwzględniając urodzenia pojedyncze i bliźniacze, trojaczne i czworaczne. Żywienie zwierząt w badanym stadzie było oparte na paszach wyprodukowanych w gospodarstwie lub pochodzących z innych gospodarstw ekologicznych. Podstawę żywienia latem stanowiła zielonka pastwiskowa, a jako uzupełnienie stosowano sianokiszonkę i paszę treściwą oraz dodatki mineralno-witaminowe. W okresie zimowym stosowano pasze gospodarskie gdzie tj. sianokiszonka (60%), ziarna zbóż w tym owies około 22% oraz siano (8%). Buraki pastewne stanowiły 6% całego składu mieszanki paszowej i marchew (3%) oraz pochodzące z zakupu dodatki paszowe dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Owce miały zapewniony stały dostęp do wody. Stado utrzymywano systemem alkierzowym na głębokiej ściółce, a w sezonie pastwiskowym poza budynkami. Odchowane jagnięta sprzedawano do Ubojni Owiec, Kóz i Cieląt. Połonina Sp. z o.o. w Lesku. Poziom badanych cech przedstawiono w formie średnich ($\bar{x}$) i odchyłeń standardowych (s). Wyniki badań zweryfikowano w programie Microsoft Office Excel i zestawiono na rysunku oraz w tabelach.

3. Wyniki i dyskusja

Owca olkuska jest rodzimą odmianą owcy długowłosej, wytworzoną w okresie międzywojennym na terenie dawnego powiatu olkuskiego (północno-zachodnia Małopolska). Jest to owca przeznaczona do chowu drobnostadnego, o dobrze rozwiniętym instynkcie macierzyńskim, niezłej wydajności mlecznej, odporna na choroby i trudne warunki środowiska (Sikora, 2006; Sikora, 2007; Smętek i Korczyński, 2011; Murawski, 2011; Kawęcka i in., 2012; www.izoo.krakow/bioroznorodnosc/owce.pl).

Owce rasy olkuskiej osiągają dojrzałość płciową w wieku od 9 do 10 miesięcy. Charakterystyczną cechą jest wyjątkowo wysoka plenność, a także opiekuńczość i troskliwość. Maciorki łatwo przyjmują jagnięta po porodzie i dobrze je odchowują co w dużym stopniu powiązane również z wysoką mlecznością. Owca olkuska posiada bardzo

ważny zasób genów ze względu na wyjątkowo wysoką plenność. Najbardziej plenne matki rodzą nawet siedmioraczki. Średnia dla rasy szacowana jest na poziomie około 200% (tzn. 200 jagniąt od 100 matek). Istnieją w Polsce stada o plenności 300–350%. Znane są przypadki maciorek olkuskich, których życiowa plenność wynosiła 400–600% (Smętek i Korczyński, 2011; Smołucha i in., 2012). Cechują ją także wysoka mleczność i dobre wykorzystanie pasz objętościowych, które tradycyjnie były jedynymi paszami stosowanymi w żywieniu tej rasy w małych stadach prywatnych (Lechowska i in., 2008; Kawęcka i Sikora, 2012). Plenne owce olkuskie wracają w rejon swojego pierwotnego chowu, przywracając na tych terenach tradycję pasterskie (Murawski, 2011). Owce olkuskie hodowane są w województwach: podkarpackim, małopolskim, śląskim, opolskim, dolnośląskim, świętokrzyskim, łódzkim, wielkopolskim, mazowieckim i zachodnio-pomorskim. Najwięcej owiec oraz stad będących pod kontrolą zlokalizowanych jest w Regionalnym Związku Hodowców Owiec i Kóz w Nowym Targu, Warszawie i Opolu (Sikora, 2006; Sikora, 2007; Sienkiewicz, 2010; Kawęcka i Sikora, 2012; Sikora i in., 2015).

Wskaźniki użytkowości rozrodczej matek owiec olkuskich w latach 2011-2015 przedstawiono w tabeli 1. Stado maciorek rasy olkuska użytkowane w gospodarstwie ekologicznym na Podkarpaciu w badanym okresie liczyło średnio od 67 szt. w 2015 roku do 87 szt. w 2013 roku. W porównaniu z wynikami krajowymi, opracowanymi przez Polski Związek Owczarski, oceniane zwierzęta charakteryzowały się stosunkowo wysoką płodnością, plennością i użytkowością rozplodową oraz wyrównanym odchovem jagniąt. Najwyższą płodność (100%) w badanym stadzie wykazano w 2012 roku, zaś najniższą (84,21%) w 2011 roku. W użytkowanych stadach owiec olkuskich w kraju płodność kształtowała się na poziomie 96,32% (Tab. 1). Płodność owiec jest wskaźnikiem ułatwiającym planowanie produkcji oraz w znacznym stopniu decyduje o dochodach gospodarstwa (Smołucha i in., 2012).

Wysoka plenność owcy olkuskiej jest zjawiskiem niezwykłym, a w konsekwencji przynoszącym hodowcom wymierne korzyści, wynikające ze zwiększonej ilości odchowywanych jagniąt. Ponadto tryki olkuskie można wykorzystywać w dwustopniowych krzyżówkach towarowych, czego efektem są mioty złożone z dwóch mięsnych jagniąt (Martyniuk, 2007; Smętek i Korczyński, 2011). Jak podaje Piwczyński (2009), plenność jest jednym z ważniejszych czynników, które mają wpływ na opłacalność produkcji owczarskiej w Polsce. Zdaniem Martyniuk (2011), wysoka plenność daje duże możliwości poprawy opłacalności produkcji, ale wyłącznie wówczas, gdy warunki środowiskowe, żywienie, profilaktyka i pielęgnacja stada są na odpowiednio wysokim poziomie.

Średnia plenność w badanym stadzie kształtowała się na poziomie 220,89%. Najwyższą wartość badanej cechy (264,29%) wykazano w 2013 roku (Tab. 1) gdy średnia plenność krajowego pogłowia owiec olkuskich wynosiła 201,00% (Polski Związek Owczarski). Owce olkuskie charakteryzuje wysoka mleczność oraz dobre cechy mateczne, dzięki czemu maciorki mogą samodzielnie odchowwać trojaczki. Jest to rasa dobrze wykorzystująca pasze objętościowe, które tradycyjnie były jedynymi paszami stosowanymi w żywieniu. Średnia plenność owiec olkuskich przy jednokrotnym wykocie w roku powinna przekraczać 200%, a użytkowość rozplodowa nie mniej niż 180%.

Użytkowane w badanym stadzie na Podkarpaciu owce olkuskie odchowwały średnio 87,54% jagniąt. Najwyższy odchów potomstwa (90,26%) stwierdzono w 2012 roku (Tab. 1). Wartość badanej cechy w ocenianym stadzie owiec przewyższała wyniki uzyskane w stadach użytkowanych w kraju. Owce rasy olkuskiej są bardzo opiekuńczymi matkami. Są odporne na stres i szybko regenerują się po porodzie, dzięki czemu zapewniają jagniętom troskliwą opiekę już od pierwszych chwil życia. Charakteryzuje je wysoka mleczność, która zapewnia wysokie przyrosty masy ciała u młodych jagniąt (Lechowska i in., 2008; Smętek i Korczyński, 2011; Smołucha i in., 2012). Użytkowość rozplodowa owiec rasy olkuska użytkowanych na Podkarpaciu była zbliżona do wyników owiec tej rasy użytkowanych w kraju. Średnia wartość badanej cechy w analizowanym stadzie wynosiła 136,50% (Tab. 1).

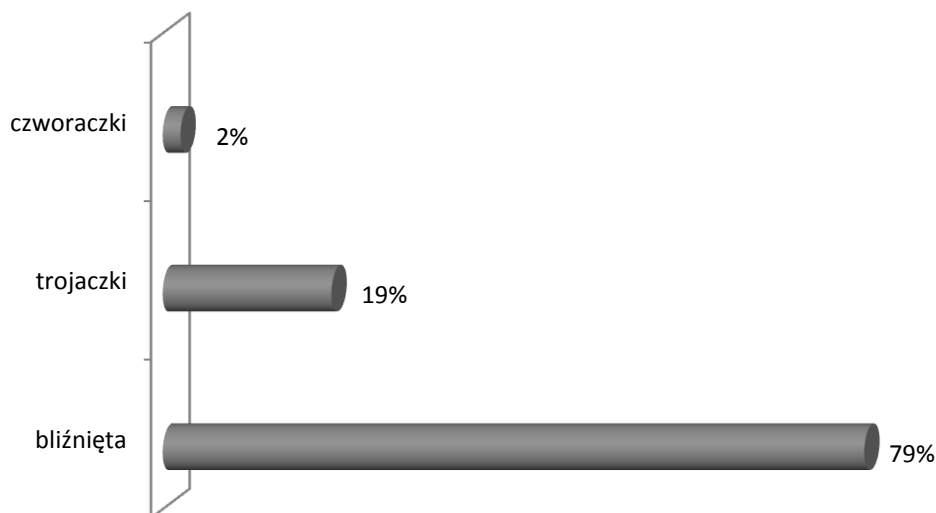
Tabela 1. Wskaźniki wartości użytkowej owiec rasy olkuska w latach 2011-2015 (opracowanie własne)

Badane cechy		Rok					
		2011	2012	2013	2014	2015	$\bar{x}$
Liczba maciorek w stadzie (szt.)		80	84	87	78	67	79,20
Łodność (%)	w stadzie	84,21	100,00	82,35	84,37	91,17	88,42
	w kraju*	94,40	94,60	96,30	96,10	96,80	96,32
Plenność (%)	w stadzie	193,75	238,88	264,29	233,35	174,19	220,89
	w kraju*	215,30	207,80	201,00	199,30	191,50	202,98
Odchów jagniąt (%)	w stadzie	89,51	90,26	79,67	88,79	89,48	87,54
	w kraju*	74,10	71,60	73,60	74,20	74,90	73,68
Użytkowość rozplodowa (%)	w stadzie	105,26	144,50	135,30	156,25	141,17	136,50
	w kraju*	150,60	140,90	142,50	142,20	139,00	143,04

*dane Polskiego Związku Owczarskiego

W hodowli indywidualnej, jaka ma miejsce na Podkarpaciu, owce otoczone są staranną opieką, a maciorki rodzą i odchowują liczne mioty (Lechowska i in., 2008). W okresie ssania pojedynki rozwijają się szybciej od jagniąt z miotów liczniejszych. Przy urodzeniu, a także w początkowym okresie życia jagnięta z urodzeń bliźniaczych lub liczniejszych są zdecydowanie lżejsze i mniejsze (Murawski, 2011; Smętek i Korczyński, 2011). W późniejszym okresie różnice te minimalizują się. Mniejsze tempo wzrostu bliźniąt

w początkowym okresie życia jest rezultatem wypijania mniejszej ilości mleka matki. Pobudza to jagnięta do wcześniejszego pobierania pasz stałych, sprzyja lepszemu rozwojowi ich układu pokarmowego, a w rezultacie prowadzi do kompensacji wzrostu. Wyrównanie wzrostu wśród jagniąt z urodzeń pojedynczych i bliźniaczych uzależnione jest od poziomu żywienia jagniąt i matek w okresie ciąży i laktacji (Mroczkowski i Piwczyński, 2011).



Rys. 1. Częstotliwość występowania typów urodzeń w stadzie owiec rasy olkuska

W badanym stadzie owiec olkuskich nie odnotowano urodzeń w których występowało tylko jedno jagnię. Dominowały urodzenia bliźniacze (79%) (Rys.1). Liczniejsze mioty w wyraźny sposób oddziałują na wskaźniki rozrodu badanego stada i opłacalność produkcji. Ponadto dają możliwość prowadzenia ostrzejszej selekcji w stadzie (Murawski, 2011; Kawęcka i Sikora, 2012; Smołucha i in., 2012; Piwczyński i in., 2013).

Jagnięta rasy olkuskiej, w porównaniu z innymi rasami krajowymi, charakteryzują się znacznie niższą masą ciała i mniejszymi przyrostami dobowymi. Wpływ płci na wyniki odchowu jagniąt i ich tempo wzrostu przedstawiono w tabeli 2. Analiza masy ciała i przyrostów dziennych w poszczególnych okresach wskazuje na dobre przyrosty masy ciała w ciągu roku w grupie tryczków, jak i maciorek. Stwierdzono ponadto wyższą masę ciała samców w porównaniu do maciorek we wszystkich kategoriach wiekowych. Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia kształtowała się na poziomie od $3,05 \pm 0,49$ kg w 2015 roku do $3,27 \pm 0,48$ kg w 2014 roku. W pierwszym dniu odchowu najwyższą masę ciała tryczków ($3,44 \pm 0,49$ kg) stwierdzono w 2013 roku, zaś najniższą w 2014 i 2015 roku ($3,11$ kg). Masa ciała maciorek w badanym okresie kształtowała się na poziomie od $2,90 \pm 0,48$ kg w 2013 i 2015 roku do $3,43 \pm 0,44$ kg w 2014 roku. W 56 dniu odchowu masa ciała jagniąt kształtowała się na poziomie od $9,66$ kg w 2015 roku do $11,91$ kg w 2011 roku. Wyższą wartość badanej

cechy wykazano w grupie tryczków w porównaniu do maciorek we wszystkich latach użytkowania (Tab. 2).

Tabela 2. Masa ciała i przyrosty dobowe jagniąt w badanym stadzie owiec olkuskich w latach 2011-2015 (opracowanie własne)

Rok	Badane cechy	Maciorki		Tryczki		Razem	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
2011	Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia (kg)	3,12	0,48	3,32	0,50	3,22	0,49
	Masa ciała jagniąt w 56 dniu życia (kg)	11,54	2,26	12,20	1,90	11,91	2,25
	Dobowe przyrosty masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia (g)	206,88	40,50	211,43	56,14	209,15	48,32
2012	Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia (kg)	3,01	0,45	3,22	0,59	3,11	0,52
	Masa ciała jagniąt w 56 dniu życia (kg)	9,61	2,10	11,12	2,30	10,36	2,22
	Dobowe przyrosty masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia (g)	170,47	39,37	188,37	59,22	179,42	49,29
2013	Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia (kg)	2,90	0,48	3,44	0,49	3,17	0,48
	Masa ciała jagniąt w 56 dniu życia (kg)	8,99	2,23	12,19	2,18	10,59	2,20
	Dobowe przyrosty masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia (g)	200,01	41,22	210,21	55,13	205,11	48,17
2014	Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia (kg)	3,43	0,44	3,11	0,51	3,27	0,48
	Masa ciała jagniąt w 56 dniu życia (kg)	9,68	2,01	13,15	2,33	11,42	2,17
	Dobowe przyrosty masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia (g)	167,90	36,35	207,66	57,65	187,78	47,00
2015	Masa ciała jagniąt w dniu urodzenia (kg)	2,90	0,48	3,11	0,50	3,05	0,49
	Masa ciała jagniąt w 56 dniu życia (kg)	9,20	2,01	10,13	2,36	9,66	2,18
	Dobowe przyrosty masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia (g)	165,29	37,12	186,39	59,22	175,84	48,17

Przyrosty dobowe masy ciała jagniąt między 1 a 56 dniem życia w badanym stadzie były wyższe u tryczków w porównaniu do maciorek (Tab. 2). W grupie tryczków najwyższe przyrosty dobowe stwierdzono w 2011 roku ($211,43 \pm 56,14$ g), zaś najniższe w 2015 roku

($186,39 \pm 59,22$ g). Analogicznie w grupie maciorek w 2015 roku przyrosty były najniższe ($165,29 \pm 37,12$ g), a najwyższe w 2011 roku ($206,88 \pm 40,50$ g) (Tab. 2). Prawidłowy wzrost, rozwój i stan zdrowia jagniąt uzależniony jest w dużej mierze od aktywnego wykorzystania wybiegów i pastwisk, co w pełni zapewnia produkcja ekologiczna (Mroczkowski i Piwczyński, 2011). Ponadto system ten oparty o niskonakładowe metody staje się drogą do zwiększania efektywności produkcji rolniczej w Polsce, a rozwijający się rynek na produkty ekologiczne owczarskie może sprzyjać poprawie sytuacji polskiego owczarstwa (Wójcik, 2012). Oprócz zysków z produkcji ekologicznych produktów pochodzenia zwierzęcego, funkcjonujący w tym systemie rolnicy mogą uzyskać wsparcie finansowe zarówno z budżetu Państwa jak i ze środków unijnych (Bernacka i in., 2011, Wójcik 2012).

4. Podsumowanie

W ocenianym stadzie maciorek owcy olkuskiej osiągnięto wysoki poziom cech rozrodu, zgodny ze wzorcem rasowym. Owce tej rasy są zwierzętami dostosowanymi do utrzymania w grupach po kilka sztuk, przy żywieniu opartym o pasze gospodarskie, dlatego doskonale nadają się do ekstensywnych systemów produkcji. W analizowanym stadzie jagnięta charakteryzowały się wyrównanym poziomem masy ciała zarówno w grupie tryczków jak i maciorek. Wykazano wyższą masę ciała i przyrosty dobowe tryczków, w porównaniu do maciorek we wszystkich kategoriach wiekowych. Dominowały urodzenia miotów bliźniaczych i trojacznych.

Rolnicza przestrzeń produkcyjna Podkarpacia stwarza warunki do rozwoju pracochłonnych kierunków produkcji, w tym produkcji zdrowej żywności oraz przetwórstwa rolno-spożywczego.

Literatura

- Bernacka H., Siminska E., Niedźwiedzki P., 2011. Alternatywne metody wykorzystania owiec. Wiadomości Zootechniczne, RXLIX, 3: 59-66.
- Kawęcka A., Sikora J., 2012. Polskie rasy zachowawcze. Instytut Zootechniki,; 33-53.
- Lechowska J., Augustyńska-Prejsnar A., Jankowska D., 2008. Potencjał rozrodczy owcy olkuskiej na Podkarpaciu. Roczniki Naukowe PTZ, 4, 3: 215-220.
- Lechowska J., Augustyńska-Prejsnar A., Ormian M., 2008. Owca olkuska na Podkarpaciu. Zesz. Nauk. Pol.-Wsch. Oddziału PTIE PTG w Rzeszowie, 10: 87-92.

Martyniuk E., 2007. Problem inbredu w populacji owiec olkuskich uczestniczących w programie ochrony zasobów genetycznych zwierząt. *Wiadomości Zootechniczne*, XLV, 4: 29–39.

Martyniuk E., 2011. Problemy hodowlane populacji o małej liczebności na przykładzie owcy rasy olkuskiej. *Wiadomości Zootechniczne*, 1: 21–31.

Mroczkowski S., Piwczyński D., 2011. Tendencje rozwojowe w zakresie cech użytkowych wybranych ras owiec w Polsce w latach 1995–2009. *Wiadomości Zootechniczne* 3: 9–18.

Murawski M., 2011. Historia hodowli plennej owcy olkuskiej. *Wiadomości Zootechniczne*, 1: 15–20.

Paraponiak P., 2007. Hodowla owiec w aspekcie ekologicznym. *Wiadomości Zootechniczne* 4:7–10.

Paraponiak P., Pietruczuk U., 2011. Utrzymanie owiec ras zachowawczych w gospodarstwie ekologicznym i agroturystycznym. *Wiadomości Zootechniczne*, 1: 11–14.

Piwczyński D., Czajkowska A., Zalewska A., 2013. Zmiany cech reprodukcyjnych wybranych ras plennych owiec w Polsce w latach 1997–2010. *Przegląd Hodowlany*, 2: 20–22.

Sienkiewicz J., 2010. Koncepcje bioróżnorodności – ich wymiary i miary w świetle literatury. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 45: 7–29.

Sikora J., Kawęcka A., Puchała M., Obrzut J., Miksza-Cybulska A., Krupiński J., 2015. Aktualny stan hodowli owiec objętych programem ochrony zasobów genetycznych. *Wiadomości Zootechniczne. R. LIII.4*: 70–75.

Sikora J., 2006. Ochrona zasobów genetycznych owiec w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. *Wiadomości Zootechniczne. R. XLI. 4*: 15–20.

Sikora J., 2007. Ochrona zasobów genetycznych owiec. Materiały Konferencji Naukowej „Ochrona zasobów genetycznych zwierząt w Europie i w Polsce – osiągnięcia i dylematy”. IZ Balice: 31.

Smętek J., Korczyński T., 2011. Specyfika hodowli owcy olkuskiej. *Wiadomości Zootechniczne, R. XLIX (2011)*, 1: 55–59.

Smołucha G., Piestrzyńska-Kajtoch A., Rejdach B., 2012. Genetyczny aspekt wysokiej plenności u owiec. Cz. II. *Wiadomości Zootechniczne, R. L, 2*: 5–10.

Wójcik G., 2012. Znaczenie rolnictwa ekologicznego w Polsce w kontekście przemian planowanych na lata 2012–2014. *Wiadomości Zootechniczne* 4:108–116.

www.izoo.krakow/bioroznorodnosc/owce.pl. (data wejścia 9.03.2017).

Bioróżnorodność kur nieśnych w warunkach chowu ekologicznego i konwencjonalnego

Lidia Lewko⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽¹⁾, Rafał Zwierzyński⁽¹⁾

¹Instytut Zootechniki PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, 32-065 Kórnik

Streszczenie

Chów kur nieśnych zgodnie z wymogami rolnictwa ekologicznego jest dobrą procedurą do wykorzystania szerokiej bioróżnorodności tego gatunku drobiu. Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości jaj pozyskanych od czterech ras kur (Zielononóżka kuropatwiana, Żółtonóżka kuropatwiana, Rhode Island Red i Sussex), utrzymywanych w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym vs jaj od kur pięciu zestawów hodowlanych: Lohmann Brown Classic, HY-Line Brown, ISA Brown, Astra S i Dominant, utrzymywanych konwencjonalnie na wolnym wybiegu. Jaja do badań pobrano od kur w wieku 26 tygodnia, po 20 sztuk z każdej grupy doświadczalnej. Wykazano istotne ($p < 0,05$) różnice między porównywanymi parametrami. Jaja pozyskane z ekologicznego chowu kur były mniejsze i lżejsze (o 25 %), cechowały się dobrymi parametrami białka (wysokość, jH) i skorupy (grubość i gęstość) oraz żółtka (wybarwienie powyżej 12 pkt. w skali La Roche’a i mniejsza zawartość tłuszczu o 0,8 p.p.).

Słowa kluczowe: rasa, kura, jajo, jakość, system utrzymania

The use of laying hen biodiversity in organic farming

Summary

Organic production of laying hens is a good procedure for taking advantage of the wide biodiversity of this poultry species, especially the native breeds. The aim of the study was to compare the quality of eggs from four native breeds of hens (Greenleg Partridge, Yellowleg Partridge, Rhode Island Red, Sussex), kept in a certified organic farm, compared to eggs from conventionally raised hens of five commercial lines (Lohmann Brown Classic, HY-Line Brown, ISA Brown, Astra S, Dominant). Eggs for analysis (20 eggs from each experimental group) were collected from hens aged 26 weeks. Significant ($p \leq 0.05$) differences were found between the compared parameters. Eggs from the organic system were smaller and lighter (by 25%), and showed good albumen (height, Haugh units), shell (thickness, density) and yolk parameters (colour with a rating higher than 12 on the Roche scale, lower fat content by 0.8 percentage points).

Keywords: breed, hen, egg, quality, rearing system

1. Wstęp

Dynamiczne zmiany jakie zachodzą w zakresie wymagań jakościowych i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu spowodowały coraz większe zainteresowanie żywnością wytwarzaną zgodnie z wymaganiami ekologicznego systemu produkcji (Zanoli i Naspetti, 2002; Witek, 2015). Taki system chowu kur nieśnych może wpływać nie tylko na modyfikację składu chemicznego treści jaj, zgodnie z oczekiwaniami konsumentów, tj. na zwiększenie intensywności barwy żółtka, zwiększenie zawartości witamin i poziomu nienasyconych kwasów tłuszczowych w żółtku lecz również na cechy fizyczne tj. na wytrzymałość skorupy i masę jaj (Matt i in., 2009; Gornowicz i in., 2013). Dąży się bowiem do powrotu tradycyjnych metod chowu, bliskich środowisku naturalnemu, bez wykorzystania nawozów sztucznych oraz środków ochrony roślin. W konsekwencji tego nastąpił znaczny

wzrost zainteresowania konsumentów nabywaniem jaj pochodzących od ptaków z chowu przydomowego, ekologicznego czy wolnowybiegowego.

Wyniki dotychczasowych badań, a także zalecenia wynikające z rozporządzeń dotyczących chowów ekologicznych wskazują, iż najbardziej predysponowane do tego typu produkcji są rasy kur takie jak: Rhode Island Red, Zielononóżka kuropatwiana, Żółtonóżka kuropatwiana, Sussex. Ptaki te z uwagi na m.in. wysoką zdolność reprodukcyjną, odporność na trudne warunki środowiskowe i czynniki patogeniczne, długowieczność ale jednocześnie o mniejszej masie ciała oraz niższej nieśności są zdecydowanie bardziej predysponowane do chowu ekologicznego aniżeli wysokoprodukcyjne mieszańce towarowe (Calik i Krawczyk, 2006). Natomiast do chowu kur nieśnych z dostępem do wolnego wybiegu preferowane są mieszańce pochodzące z zestawów hodowlanych, które zostały wytworzone z wykorzystaniem między innymi ras: Rhode Island Red, Sussex, Barred Rock, New Hampshire, Leghorn czy Plymouth Rock. Nioski wykorzystywane do produkcji jaj w systemie wolnowybiegowym cechują się wyższą masą ciała i jaj oraz lepszą nieśnością vs kur z ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych.

Bioróżnorodność kur nieśnych wykorzystywanych do produkcji jaj ekologicznych oraz z wolnego wybiegu, które dopuszczono w Polsce do obrotu handlowego jest duża.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości jaj pozyskanych od czterech ras kur utrzymywanych w gospodarstwie ekologicznym vs jaj od kur pięciu zestawów hodowlanych z chowu wolnowybiegowego.

2. Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły kury pochodzące od czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt tj. Sussex (S-66), Rhode Island Red (R-11), Żółtonóżka kuropatwiana (Ż-33), Zielononóżka kuropatwiana (Z-11) oraz pięciu zestawów hodowlanych tj. Lohmann Brown Classic, HY-Line Brown, ISA Brown, Astra S i Dominant.

Nioski ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych utrzymywano w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym (grupa A). Z kolei mieszańce towarowe kur nieśnych z pięciu zestawów hodowlanych odchowywano zgodnie z ogólnymi założeniami dla systemu wolnowybiegowego (grupa B) (Niemiec, 2012). Kury obydwóch grup miały stały dostęp do otwartej przestrzeni - wybiegu, którego część była zadaszona w celu ochrony przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.

Każda grupa doświadczalna liczyła po 100 kur. W 26 tygodniu życia ptaków pobrano po 20 sztuk jaj z danej grupy. Badania cech jakości jaj przeprowadzono elektronicznym zestawem Egg Quality Micro-Technical (EQM) Services and Supplies Limited (Anglia), oceniając masę jaja i jego frakcji, wysokość białka gęstego, jednostki Haugha (jH), barwę żółtka (punkty w skali La Rocha) a także barwę skorupy (% odbicia światła) oraz jej gęstość (mg/cm^2). Przy użyciu analizatora tekstury TA.XT PLUS (Stable Micro Systems) określono odkształcenie elastyczne skorupy (μm) z dokładnością do $1\mu\text{m}$, w trzech punktach pomiarowych jaja (koniec tępy, ostry i bok tzw. równik) a średnią arytmetyczną z trzech pomiarów przyjęto jako wynik końcowy. Grubość skorupy bez błon podskorupowych mierzono mikrometrem Mitutoyo (Japonia), z dokładnością do $1\mu\text{m}$. Przy pomocy lampy do ręcznego prześwietlania jaj Ovolux oraz miarką o podziałce milimetrowej dokonano pomiaru wysokości komory powietrznej. Kształt jaja określono indeksem kształtu (%) czyli stosunkiem szerokości i długości. Pomiarów dokonywano z dokładnością do 0,5% aparatem Shape-Meter firmy N.V. Van Doorn-De Bilt (Holandia), skalowanym od 65 do 85%, a pehametrem firmy Mettler Toledo określono wartość pH białka i żółtka, po uprzednim ich wybicciu do naczynek wagowych. Na podstawie uzyskanych danych obliczono procentowy udział białka, żółtka i skorupy w masie jaja. Ponadto metodą Soxhleta, wg Polskiej Normy (PN-A-86509:1994) oznaczono zawartość tłuszczu w żółtku jaja.

Do oceny statystycznej kształtowania się badanych cech jakościowych jaj w populacjach doświadczalnych ptaków oszacowano wartości średnie i odchylenia standardowe, a testem Duncana zweryfikowano istotność różnic ($p \leq 0,05$) występujących między nimi. Zastosowano pakiet *Statistica* 10.0.

3. Wyniki

Główną cechą fizyczną jaj kurzych, na którą zwraca uwagę potencjalny nabywca jest masa jaja. Jest to także podstawowa cecha jakościowa uwzględniona w przepisach dotyczących handlu jajami i kwalifikująca je na cztery kategorie wagowe (Rozporządzenie Komisji (WE) 589/2008).

W doświadczalnym chowie (Tab 1, Rys 1) najcięższe jaja znosiły kury S-66 (48,37g) i była to wartość istotnie ($p \leq 0,05$) wyższa wobec masy jaja kur Z-11 (45,41 g). Średnia masa jaja wyniosła 47,07 g i jest porównywalna z masą jaj pochodzących od badanych ras zachowawczych, ale utrzymywanych konwencjonalnie na wybiegu. Zgodnie z wcześniej przywołanym Rozporządzeniem Komisji (WE) 589/2008, jaja z grupy A należy zakwalifikować jako jaja małe (S) o masie poniżej 53 g.

Kształt jaj ma istotne znaczenie dla ich odporności na zgniecenie w obrocie handlowym, podczas pakowania w opakowania zbiorcze i w dalszej dystrybucji. Średni indeks kształtu jaj w badaniach wahał się w granicach od 75,35% (Z-11) do 77,60% (S-66), a średnio dla populacji A wynosił 76,75%. Jaja grupy B były nieco mniej kuliste, wskaźnik ten był niższy o 0,99% p.p.

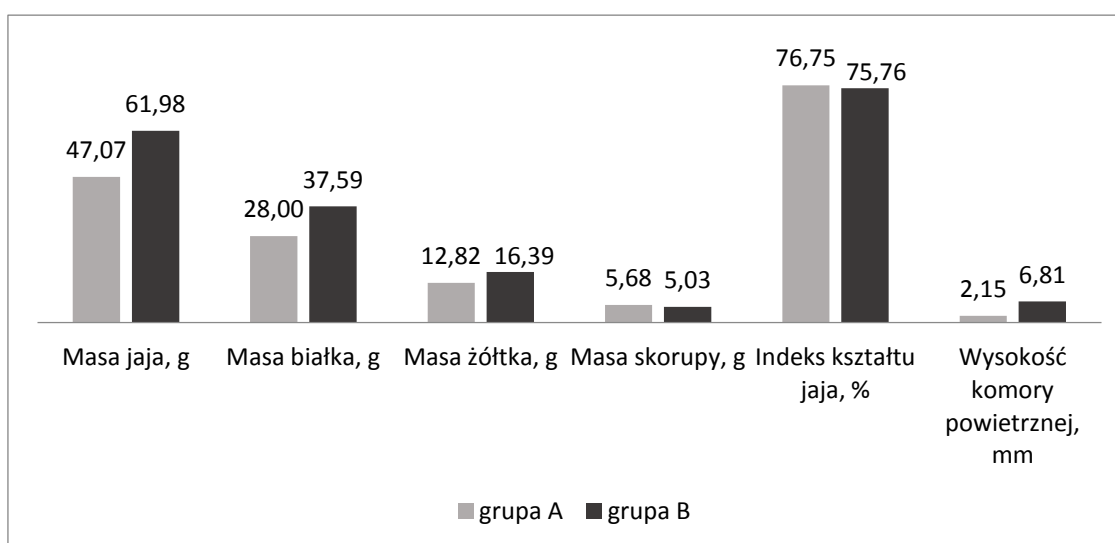
Porównując masy poszczególnych składników jaja od kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych, należy zwrócić uwagę na brak istotnych różnic między masami żółtek. Natomiast masa żółtka jaja grupy B była o 3,57 g większa. Jednakże jaja z chowu ekologicznego cechowały się wyższą masą skorupy o 0,65 g. Szczególnie wyróżniały się tu jaja kur R-11 i S-66, których skorupa ważyła odpowiednio 5,78 g i 5,88 g, co było statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) w porównaniu z grupą grupy Z-11 (5,41 g).

Tabela 1. Cechy fizyczne jaj kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt z chowu ekologicznego (A)

Cecha	N	Z-11	Ż-33	R-11	S-66
Masa jaja, g	20	45,41 ^b ±3,43	46,67 ^{ab} ±2,42	47,85 ^a ±4,34	48,37 ^a ±4,34
Masa białka jaja, g	20	26,66 ^c ±2,31	27,28 ^{bc} ±2,19	28,62 ^{ab} ±2,86	29,42 ^a ±3,26
Masa żółtka jaja, g	20	12,94±1,31	13,07±0,73	12,70±1,57	12,56±1,14
Masa skorupy jaja, g	20	5,41 ^b ±0,44	5,64 ^{ab} ±0,53	5,78 ^a ±0,60	5,88 ^a ±0,63
Indeks kształtu jaja, %	20	75,35 ^b ±2,98	76,95 ^{ab} ±2,82	77,11 ^a ±3,30	77,60 ^a ±1,57
Wysokość komory pow., mm	20	2,15±0,37	2,10±0,31	2,21±0,42	2,15±0,37

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, ab – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$

Rys. 1. Porównawcze zestawienie wartości cech fizycznych jaj od kur z chowu ekologicznego (A) i wolnowybiegowego (B)

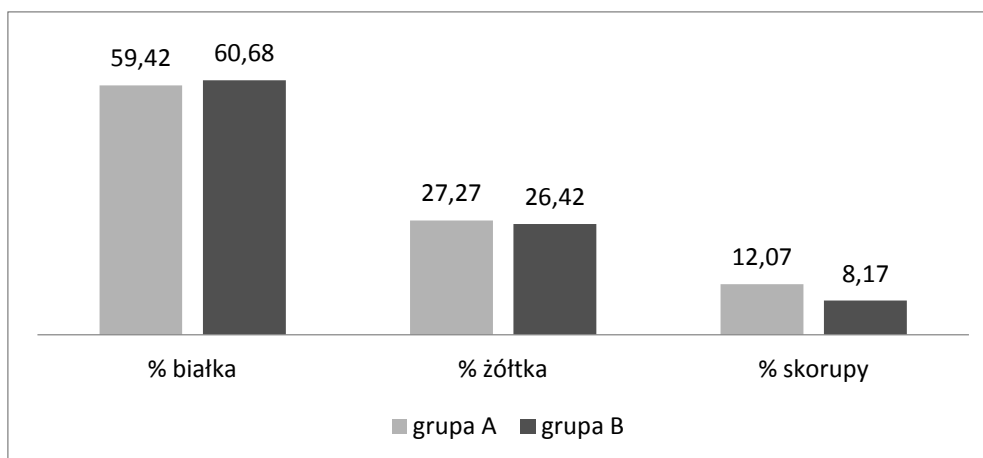


Przedstawiony poniżej skład morfologiczny jaj (Tab. 2, Rys. 2) wykazał przede wszystkim brak różnicy w zawartości procentowej skorupy w jajach grupy A. Stwierdzono wyższy procentowy udział żółtka (o 0,85 p.p.) i skorupy (o 3,9 p.p.) w jajach pochodzących z grupy A vs grupy B.

Tabela 2. Podstawowy skład morfologiczny jaj kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt z chowu ekologicznego (A)

Cecha	N	Z-11	Ż-33	R-11	S-66
% białka	20	58,70 ^b ±1,93	58,42 ^b ±2,81	59,81 ^{ab} ±2,50	60,74 ^a ±2,66
% żółtka	20	28,47 ^a ±1,49	28,04 ^a ±1,58	26,54 ^b ±2,05	26,02 ^b ±1,79
% skorupy	20	11,94±0,87	12,09±1,08	12,09±0,87	12,17±0,90

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, ab – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$



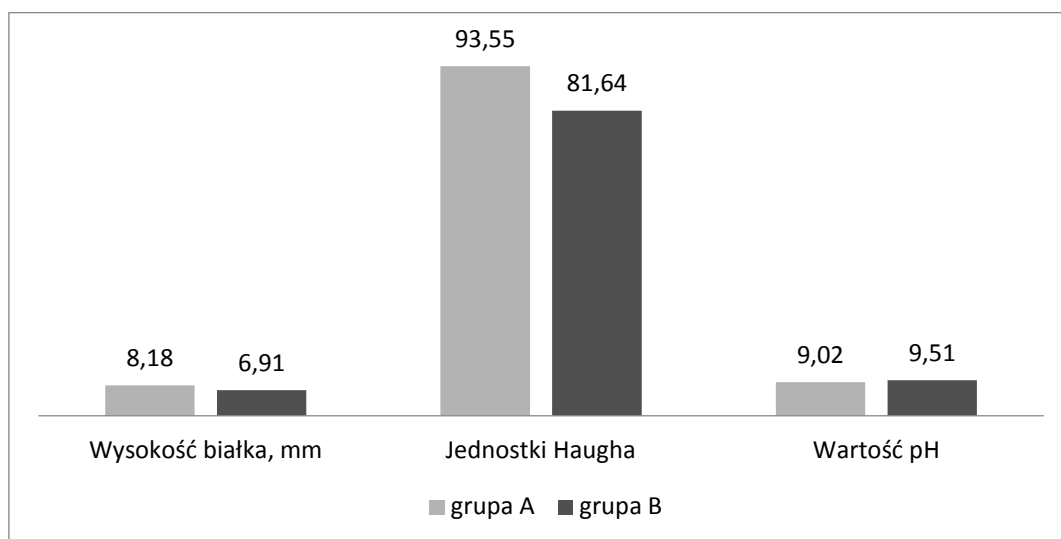
Rys. 2. Porównawcze zestawienie wartości podstawowego składu morfologicznego jaj od kur z chowu ekologicznego (A) i konwencjonalnego wolnowybiegowego (B)

W tabeli 3 oraz na rysunku 3 przedstawiono cechy jakościowe białka jaj. W przypadku jednostek Haugha uzyskano wyniki na bardzo wysokim poziomie - powyżej 90 jednostek, a mianowicie od 91,83 (Z-11) do 97,40 (R-11). Ta ostatnia wartość była istotnie ($p \leq 0,05$) najwyższa. Białko jaj kur grupy A spełniało warunki bardzo dobrej, oczekiwanej jakości tego wskaźnika (średnia 93,55). Niższą (o 11,91 jednostek) wartość omawianego parametru stwierdzono w przypadku jaj grupy B, ale był to także poziom wartości odpowiadający oczekiwaniom konsumentów. Wartość pH białka jaja była wysoka, ale i wyrównana w zależności od pochodzenia kur grupy A, albowiem wynosiła od 9,01 (S-66) do 9,94 (Z-11) i była niższa o 0,49 jednostek od wartości tego wskaźnika jaj grupy B.

Tabela 3. Cechy fizyczne białka jaj kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt z chowu ekologicznego (A)

Cecha	N	Z-11	Ż-33	R-11	S-66
Wysokość białka, mm	20	7,74 ^b ±1,12	7,80 ^b ±1,10	9,03 ^a ±1,47	8,14 ^b ±1,22
Jednostki Haugha	20	91,83 ^b ±6,75	91,85 ^b ±5,48	97,40 ^a ±6,71	93,11 ^b ±5,48
Wartość pH białka	20	9,04±0,16	9,03±0,08	9,02±0,07	9,01±0,07

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, ab – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$



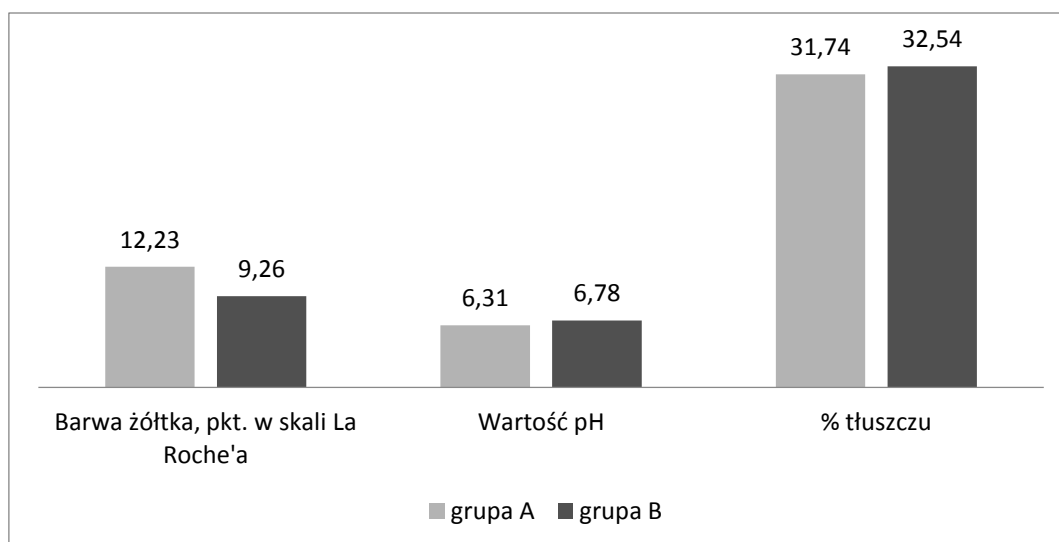
Rys. 3. Porównawcze zestawienie wartości cech fizycznych białka jaj od kur z chowu ekologicznego (A) i konwencjonalnego wolnowybiegowego (B)

Żółtka jaj z wszystkich grup doświadczalnych były dobrze wybarwione (od 12,00 do 12,55 punktów w skali La Roche’a) (tabela 4, wykres 4). Istotnie ($p \leq 0,05$) lepsze wyniki w tym zakresie uzyskano dla jaj kur Ż-33. Gorsze wybarwienie żółtka (o około 3,0 punkty) wykazano dla jaj od niosek grupy B. Żółtka jaj kur grupy A zawierały istotnie ($p \leq 0,05$) mniej tłuszczu, średnio o 0,8 p.p., wobec tej cechy dla jaj grupy B. Natomiast najwyższą różnicę wykazano między zawartością tłuszczu w jajach od kur grupy B i kur Ż-33 (grupa A) i wynosiła ona aż 1,28 p.p.

Tabela 4. Cechy fizykochemiczne żółtka jaj kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt z chowu ekologicznego (A)

Cecha	N	Z-11	Ż-33	R-11	S-66
Barwa żółtka, skala La Roche’a	20	12,35 ^{ab} ±0,67	12,55 ^a ±0,76	12,00 ^b ±1,15	12,00 ^b ±0,79
Wartość pH żółtka	20	6,28 ^b ±0,02	6,28 ^b ±0,02	6,34 ^a ±0,06	6,32 ^a ±0,09
Zawartość tłuszczu, %	20	31,73 ^a ±1,40	31,26 ^a ±1,71	32,14 ^a ±1,60	31,83 ^a ±2,13

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, ab – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$



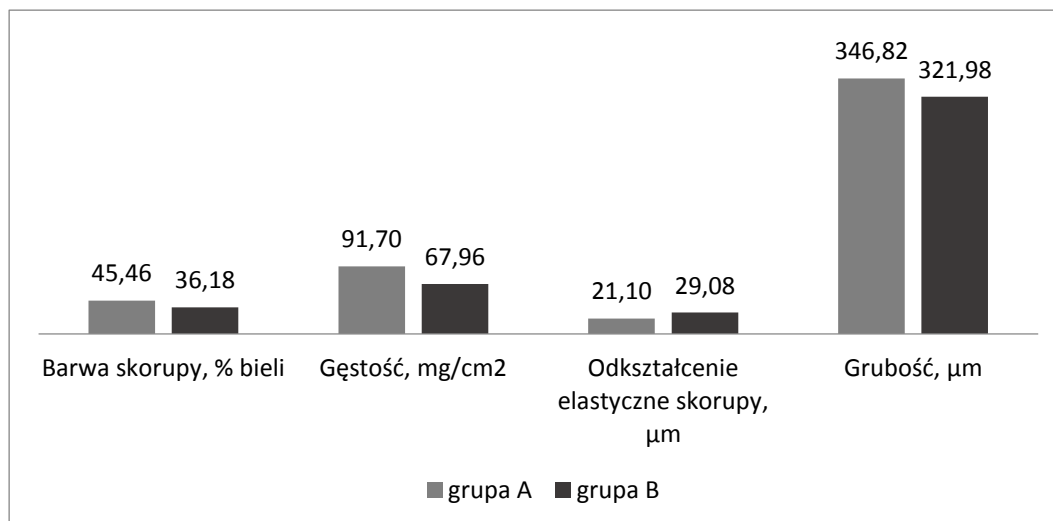
Rys. 4. Porównawcze zestawienie wartości cech fizycznych żółtka jaj od kur z chowu ekologicznego (A) i konwencjonalnego wolnowybiegowego (B)

Skorupy jaj z obu grup doświadczalnych (Tab. 5, Rys. 5) cechowały się barwą jasnobrązową, pożądaną przez konsumentów. Wartości tej cechy w grupie A kształtowały się z zakresie od 38,05 (S-66) do 57,50% bieli (Z-11) i stwierdzone różnice były statystycznie istotne na poziomie $p \leq 0,05$. Natomiast barwa skorup jaj pochodzących od kur z grupy B była ciemniejsza (36,18% bieli). Wiadomo, że cechy jakości skorupy jaj determinowane są tak genotypem, jak i czynnikami nie genetycznymi, do których należy zaliczyć wiek nioski i żywienie, a w szczególności ilość, formę oraz dostępność wapnia. Skorupy jaj od kur z chowu ekologicznego charakteryzowały się większą gęstością (o 23,74 mg/cm²), grubością (o 24,84 µm) i mniejszym odkształceniem elastycznym skorupy (o 7,98 µm) w stosunku do skorup jaj grupy B.

Tabela 5. Cechy fizyczne skorupy jaj kur czterech ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt z chowu ekologicznego (A)

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, ab – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$, * – średnia arytmetyczna dla pomiarów w trzech punktach

Cecha	N	Z-11	Ż-33	R-11	S-66
Barwa skorupy, pkt	20	57,60 ^a ±5,73	44,25 ^b ±5,36	41,95 ^b ±4,16	38,05 ^c ±3,35
Gęstość skorupy, mg/cm ²	20	89,58±6,03	91,62±8,06	92,35±6,86	93,25±7,12
Odkształcenie el. skorupy, µm	20	21,53±4,66	21,05±3,98	21,16±3,90	20,65±4,57
Grubość skorupy, µm	20	339,70±23,99	341,40±26,13	350,70±30,31	355,47±28,86



Rys. 5. Porównawcze zestawienie wartości cech fizycznych skorupy jaj od kur z chowu ekologicznego (A) i konwencjonalnego wolnowybiegowego (B)

4. Dyskusja

Masa jaj pozyskanych z chowu ekologicznego była średnio o 25% mniejsza wobec jaj z chowu konwencjonalnego wolnowybiegowego. Podobnie niższe masy jaj uzyskali: Minelli i in. (2007) (64,4 g), Hidalgo i in. (2008) (64,9 g) oraz Krawczyk (2009) (57,3 g).

Analiza cech treści jaja wykazała większy procentowy udział żółtka (27,27%) i mniejszy białka (59,42%) w jajach pochodzących z produkcji ekologicznej. Podobną prawidłowość wykazał Küçükyılmaz i in. (2012a) odnotowując mniejszą, średnio o 0,48 p.p. zawartość białka (63,10%) oraz większą, średnio o 0,30 p.p. żółtka (27,11%) wobec jaj pozyskanych z chowu konwencjonalnego. Z kolei w badaniach Cherian i in. (2002) oraz Samman'a i współautorów (2009) nioski odchowywane w warunkach ekologicznych znosiły jaja, które zawierały odpowiednio 63,7% białka i 25,9% żółtka oraz 62,60% białka i 26,56% żółtka.

Wartości indeksu kształtu jaj pozyskanych z badanych stad doświadczalnych ptaków wskazują na małe zróżnicowanie tej cechy, zarówno między rasami kur objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt jak i poszczególnymi systemami chowu. Zbliżone wyniki uzyskała Hidalgo i in. (2008) - 76,1% oraz Clerici i in. (2006) – 77,0%. Nieco wyższe wartości tego parametru wobec badań własnych wykazał Küçükyılmaz i współautorzy (2012b) (78,14% - White; 78,27% - Brown), a niższe Krawczyk (2009) (74,2%).

Najkorzystniejszymi parametrami jakości białka w przypadku ras chronionych, cechowały się jaja ptaków R-11. Wyróżniała je największa wysokość (9,03 mm) oraz bardzo wysokie jednostki Haugha (97,4). Krawczyk (2009) dokonując oceny jakości białka jaj rasy rodzimej Z-11 wykazała znacznie niższe wartości dla tych cech, które wyniosły odpowiednio

4,78 mm i 65,9 jH. Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzone zostały przez Küçükyılmaz’a i współautorów (2012 a,b), którzy wykazali większą wysokość (6,62 mm) i jednostki Haugha (79,44) w jajach pochodzących z chowu ekologicznego w stosunku do jaj pochodzących z chowu konwencjonalnego.

Barwa żółtka we wszystkich grupach doświadczalnych ras chronionych była zbliżona i wyniosła średnio 12,22 pkt w skali la Roche’a. W badaniach Krawczyk (2009) żółtka jaj kur Z-11 były jaśniej wybarwione, na poziomie 8,5 pkt. W badaniach Minelli i in. (2007) na identycznym poziomie (31,0%) ukształtowała się zawartość tłuszczu w jajach z chowu ekologicznego i konwencjonalnego. Natomiast Samman i in (2009) oraz Hidalgo i in. (2008) wykazali większą jego zawartość w żółtkach jaj z chowu ekologicznego, która wyniosła odpowiednio 4,45 g/100 g i 10,1 g/100 g. Nie potwierdza to badań własnych, w których większy udział tłuszczu stwierdzono w żółtkach jaj z chowu konwencjonalnego wolnowybiegowego (32,54%).

Jakość skorup jaj pozyskanych metodami ekologicznymi kształtowała się na dobrym, pożądanym przez odbiorców poziomie - skorupy były grube i gęste. Masa tych skorup w porównaniu z badaniami Ferrante i in. (2009) oraz Samman’a i in. (2009) była mniejsza, średnio o odpowiednio 1,36 i 0,89 g. W badaniach Krawczyk (2009) skorupy jaj kur Z-11 odchowywanych w warunkach ekologicznych wyróżniały się jaśniejszą skorupą (61,70 pkt), która była cieńsza (308,00 μm) i mniej gęsta (67,80 mg/cm^2) wobec skorup jaj tych ptaków wykorzystanych w badaniach własnych. Z kolei Hidalgo i in. (2008) oraz Clerici i in. (2006) pozyskali z chowu ekologicznego jaja, których skorupy były znacznie grubsze, a wartość tego parametru ukształtowana była odpowiednio na poziomie 480,00 i 467,00 μm .

5. Wnioski

1. Kury ras objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt w chowie ekologicznym vs kur towarowych komercyjnych zestawów hodowlanych utrzymywanych konwencjonalnie na wybiegu, w porównywalnym okresie nieśności, zniosły mniej jaj (o 25 %), które ponadto były mniejsze i lżejsze (o 25 %).
2. Jaja kur ras chronionych z chowu ekologicznego wyróżniały się:
 - białkiem cechującym się parametrami na bardzo wysokim poziomie, pożądanym przez konsumentów,
 - intensywnie wybarwionym żółtkiem (12 pkt w skali La Roche’a), o mniejszej zawartości tłuszczu (o 0,8 p.p.) w porównaniu do jaj niosek towarowych utrzymywanych konwencjonalnie na wolnym wybiegu,

- grubymi i gęstymi skorupami.
3. Średni koszt produkcji jednego jaja do 54. tygodnia życia kury wynosił: 1,10 zł w przypadku ras chronionych utrzymywanych ekologicznie oraz 0,45 zł dla niosek towarowych zestawów hodowlanych z chowu konwencjonalnego wybiegowego.
 4. Wykazano różnice w wartościach analizowanych parametrów także między rasami/mieszańcami, objętymi doświadczeniem w obrębie systemu utrzymania.
- Materiał towarowy dopuszczony do obrotu handlowego w Polsce można z powodzeniem wykorzystać do chowu półintensywnego i ekstensywnego, jakim jest chów wolnowybiegowy konwencjonalny i ekologiczny.

Literatura

- Calik J., Krawczyk J. 2006. Rola i znaczenie lokalnych ras kur nieśnych oraz podstawowe wymogi programu ich ochrony. *Wiadomości Zootechniczne*, 44(4), 251.
- Cherian G., Holsonbake T. B., Goeger M. P. 2002. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poultry Science*, 81(1), 30-33.
- Clerici F., Casiraghi E., Hidalgo A., Rossi M. 2006. Evaluation of eggshell quality characteristics in relation to the housing system of laying hens. In *XII. Eur. Poult. Conf* (pp. 10-14).
- Ferrante V., Lolli S., Vezzoli G., Cavalchini L. G. (2009). Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2), 165-174.
- Gornowicz E., Węglarzy K., Szablewski T. 2013. Jakość skorupy jaj pozyskanych metodami ekologicznymi. *Wiadomości Zootechniczne*, 51(4).
- Hidalgo A., Rossi M., Clerici F., Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*, 106(3), 1031-1038.
- Küçükyılmaz K., Bozkurt M., Herken E. N., Çınar M., Çatlı A. U., Bintaş E., Çöven F. 2012a. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(4), 559-568.
- Küçükyılmaz K., Bozkurt M., Yamaner C., Çınar M., Çatlı A. U., Konak R. 2012b. Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs. *Food chemistry*, 132(2), 989-992.
- Krawczyk J. 2009. Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chicken-hens maintained in organic vs. backyard production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 27(3), 227-235.

Matt D., Veromann E., Luik A. 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*, 7(2), 662-667.

Minelli G., Sirri F., Folegatti E., Meluzzi A., Franchini A. 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), 728-730.

Niemiec J. 2012. Hodowla i użytkowanie kur nieśnych. w: *Hodowla i użytkowanie Drobiu*. red: Jankowski J., PWRiL, Warszawa, 279-304.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 589/2008 z dn. 23.06.2008 roku ustanawiające szczegółowe zasady wykonywania rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w sprawie norm handlowych w odniesieniu do jaj.

Samman S., Kung F. P., Carter L. M., Foster M. J., Ahmad Z. I., Phuyal J. L., Petocz P. 2009. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chemistry*, 116(4), 911-914.

StatSoft, I. 2010 – STATISTICA (data analysis software system), 10.0 ed.

Witek L. 2015. Zachowania konsumentów na rynku produktów ekologicznych w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. *Handel Wewnętrzny*, (1 (354)), 281-290.

Zanoli R., Naspetti S. 2002. Consumer motivations in the purchase of organic food: a means-end approach. *British Food Journal*, 104(8), 643-653.

Analiza wskaźników rozrodu oraz zmian masy ciała w okresie rykowiska u jeleni szlachetnych (*Cervus elaphus*) utrzymywanych w warunkach fermowych

Błażej Nowak⁽¹⁾, Emilia Majewska⁽¹⁾, Wojciech Kruszyński⁽¹⁾

¹Katedra Genetyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
e-mail: blazej.nowak@upwr.edu.pl

Streszczenie

Celem pracy była analiza wskaźników rozrodu oraz zmian masy ciała jeleni (*Cervus elaphus*) w czasie rykowiska. Badania zostały przeprowadzone w 2010 r. na fermie Bomafar, w miejscowości Dąbrówka w województwie lubuskim. Badaniem objęto 6 stad jeleni liczących łącznie 250 łań oraz 195 cieląt. Na fermie stosowano haremowy system krycia. W jednym z analizowanych stad do krycia przeznaczono dwa byki. Zebrano dane dotyczące wieku i masy ciała samic w dniach 16-26.08.2010 oraz 17.11-1.12.2010 roku. W analogicznych okresach czasu przeprowadzono liczenie oraz ważenie cieląt. Największą masę ciała samic stwierdzono w stadzie, w którym znajdowały się najstarsze łanie ($p \leq 0,05$). Przyrosty względne z kolei były największe ($p \leq 0,01$) w stadzie łań dwuletnich, ze względu na niepełny jeszcze rozwój somatyczny. Najwyższymi wskaźnikami wycieleń charakteryzowały się łanie 6-letnie oraz 11- i 12-letnie. Stwierdzono, że byczki osiągały większą masę ciała w połowie sierpnia oraz przed odłączeniem od matek, w porównaniu z łaniami. Stosunek płci rodzących się jeleni był bliski 1:1.

Słowa kluczowe: jelen szlachetny, *Cervus elaphus*, rykowisko, rozród, masa ciała

The analysis of reproductive indices and changes in body weight during the rut in farmed red deer (*Cervus elaphus*)

Summary

The aim of the study was to analyze the rates of reproduction and changes in body weight of deer (*Cervus elaphus*) during the rut. The study was conducted in 2010 on the Bomafar farm, in Dąbrówka, in Lubuskie province. The study included 6 herds with a total of 250 deer hinds and 195 calves. Harem mating system was used. In one of the analyzed herds two bulls were used for mating. Data on age and body weight of females in the 16-26.08.2010 and 17.11-1.12.2010 periods of time were collected. In the same periods of time counting and weighing of calves was carried out. The greatest weight of females was found in a herd in which there were the oldest hinds ($p \leq 0.05$). Relative gains reached the highest values ($p \leq 0.01$) in herd of two-year old hinds, due to an incomplete somatic growth. The highest fawning rates characterized hinds in 6th, 11th and 12th years, respectively. It was found that male calves achieve higher body weight in mid-August and before weaning, compared with female calves. Sex ratio of emerging deer was close to 1: 1.

Keywords: red deer, *Cervus elaphus*, rut, reproduction, body weight

1. Wstęp

Jeleń szlachetny (*Cervus elaphus*) jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych dużych ssaków w Europie występującym, poza północną Skandynawią i Irlandią, praktycznie na całym kontynencie (Zachos i Hartl, 2011). W roku 2010 liczebność jeleni w Polsce wynosiła 22 577 sztuk, przy zagęszczeniu 27,59 sztuk na 1000 ha lasu oraz strukturze płci 1:1,67 byków do łań (Jaworski, 2011). W klimacie umiarkowanym sezon reprodukcyjny u jeleniowatych występuje najczęściej jesienią, tak aby wycielenia odbywały się na wiosnę, gdy warunki środowiskowe umożliwiają przetrwanie cieląt (Garcia i in., 2002).

Kondycja fizyczna jeleni szlachetnych ulega sezonowym zmianom. Rezerwy tłuszczu odkładane późnym latem są zapasem wykorzystywanym przez samce w czasie rykowiska, a przez samice podczas zimy. Warto jednak podkreślić, że zmiany te nie są wynikiem obfitości lub niedostatku pokarmu, bowiem owa cykliczność jest zauważalna również u zwierząt utrzymywanych w warunkach fermowych, nawet gdy zwierzęta mają stały dostęp do dobrej jakości pastwiska (Loudon, 1994). W badaniach przeprowadzonych na jeleniach z nieograniczonym dostępem do paszy stwierdzono cykliczność w dobrowolnym jej pobieraniu (tzw. *voluntary food intake* – VFI). W czasie rykowiska obserwuje się minimalne lub zerowe pobieranie pokarmu przez samce. Najniższy stopień wypełnienia żwacza, a tym samym największy spadek masy ciała byków łączy się ze szczytem owulacji łań przystępujących do rykowiska (Mysterud i in., 2008). Również u samic obserwuje się sezonowe zmiany masy ciała. Dojrzewanie płciowe, określane jako wiek zwierzęcia w czasie pierwszej owulacji ma miejsce zazwyczaj w 16. miesiącu życia łani. Jednakże, gdy warunki środowiskowe nie pozwalają łani na uzyskanie odpowiedniej masy ciała, pierwsza owulacja może nastąpić znacznie później. Powszechnie uznaje się, że samica powinna osiągnąć 60-75% masy ciała dorosłej łani, aby mogła wejść w ruję (Asher i in., 2011). Cykl rujowy u jeleniowatych trwa średnio 19-20 dni (Garcia i in., 2003), natomiast ciąża 234 dni (Garcia i in., 2006). Wycielenia następują w przeciągu miesiąca. Jeśli łania nie zostanie pokryta, najczęściej powtarza ruję aż do końca zimy. Laktacja trwa zwykle 4 miesiące, jednak może się wydłużyć nawet do 12 miesięcy, jeśli samica nie zajdzie ponownie w ciążę (Vergara i in., 2003). Produkcja mleka w jednej laktacji wynosi około 220 litrów (Landete-Castillejos i in., 2000) i ma kluczowe znaczenie dla samic. W tym czasie wykorzystywane są bowiem intensywnie rezerwy własnego organizmu, a ograniczony dostęp do pokarmu wpływa na ryzyko utraty masy ciała, która rzutuje na możliwości rozrodu w przyszłym sezonie (Dzięciołowski i in., 1995).

Moment odłączenia cieląt od matek jest ważnym aspektem opłacalności produkcji. Cielęta odsadza się przed lub po sezonie reprodukcyjnym. W Nowej Zelandii powszechną praktyką jest odsadzanie młodych przed rykowiskiem, tak by samica mogła wcześniej wejść w ruję (Pollard i in., 2002). Wczesne odłączenie młodych wpływa na możliwość lepszej selekcji łań przed kolejnym sezonem reprodukcyjnym oraz wcześniejsze poczęcie kolejnego potomka, jednakże skutkuje niewielkimi przyrostami masy ciała młodych po odsadzeniu. Z kolei późniejsze odstawienie cieląt wpływa wprawdzie na większe przyrosty młodych, jednak skutkuje gorszą kondycją łań w okresie zimowym (Pollard i in., 2002).

Celem pracy była analiza wskaźników rozrodu oraz zmian masy ciała samic i cieląt w okresie rykowiska u jeleni szlachetnych utrzymywanych w warunkach fermowych.

2. Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone w okresie od 16 sierpnia do 1 grudnia 2010 roku na fermie jeleni szlachetnych „Bomafar” w Dąbrówce, położonej 25 km od Sulechowa w województwie lubuskim. Analizą objęto 253 łanie oraz 195 cieląt utrzymywanych w sześciu stadach – Pierwiastki, Stado Duże, Stado Małe, Malinki, Migdałki i Białorusinki. Zebrano dane dotyczące liczby i masy ciała cieląt w każdym stadzie, a także wieku łań oraz ich masy ciała w okresach 16-26.08.2010 i 17.11-1.12.2010 r. Wiek samic w momencie badań wynosił od 2 do 12 lat. Łanie zostały podzielone na trzy grupy wiekowe: grupa A – osobniki dwuletnie (30 sztuk), grupa B – osobniki w wieku od 3 do 9 lat (184 sztuki) oraz grupa C – osobniki powyżej 10. roku życia (39 sztuk). Na fermie stosowano haremowy system krycia. W pięciu analizowanych stadach w czasie rykowiska z samicami przebywał tylko jeden samiec. Wyjątkiem było stado Migdałek, gdzie do krycia dopuszczono dwa byki.

Dynamikę zmian masy ciała łań oraz przyrosty masy ciała cieląt w czasie rykowiska określono na podstawie przyrostów względnych [PW] i bezwzględnych dobowych przyrostów masy ciała [BDP] (Pawlina i Kruszyński, 2011):

$$PW = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100[\%],$$

gdzie:

m_1 - masa ciała przed rykowiskiem [kg]

m_2 – masa ciała po rykowisku [kg]

$$BDP = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1} * 1000 [g],$$

gdzie:

m_1 - masa ciała przed rykowiskiem [kg]

m_2 – masa ciała po rykowisku [kg]

t_1 – wiek zwierzęcia na początku obserwacji [dni]

t_2 – wiek zwierzęcia na końcu obserwacji [dni]

Dane dotyczące masy ciała badanych zwierząt opracowano z wykorzystaniem podstawowych statystyk opisowych przy użyciu programu STATISTICA 10.0 StatSoft, Inc (2001) oraz Microsoft Excel 2010.

Wpływ grupy wiekowej oraz stada na badane cechy łań przeanalizowano z zastosowaniem modelu liniowego GLM pakietu statystycznego SAS (2009):

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ijl}, \text{ gdzie:}$$

y_{ij} – obserwowana wartość cechy,

μ – średnia populacji,

a_i – efekt i-tego wieku łani (2-12),

b_j – efekt j-tego stada (1-6),

e_{ijl} – błąd standardowy.

Natomiast wpływ stada i byka na wybrane cechy cieląt analizowano z wykorzystaniem modelu:

$$y_i = \mu + e_i, \text{ gdzie:}$$

y_i – obserwowana wartość cechy,

μ – średnia populacji,

e_i – błąd standardowy.

Istotność różnic dotyczących analizowanych parametrów badano testem χ^2 .

3. Wyniki

W analizowanej populacji jeleni fermowych średnia masa ciała łań przystępujących do rykowiska wynosiła 123,64 kg, natomiast masa ciała po rykowisku – 133,60 kg. W analogicznych okresach czasu cielęta uzyskiwały masę ciała odpowiednio 48,75 oraz 72,88 kg (Tab. 1).

Tabela 1 Statystyka opisowa badanych cech łań i cieląt

Łanie					
Cecha	N	$\bar{x}$	SD	min	max
Masa ciała przed rykowiskiem [kg]	250	123,64	17,93	70,00	168,00
Masa ciała po rykowisku [kg]	250	133,66	13,59	96,00	177,00
Przyrosty względne [%]	250	9,15	10,05	-8,15	49,33
Przyrosty bezwzględne [g]	250	76,08	59,30	120,00	340,00
Cielęta					
Masa ciała przed rykowiskiem [kg]	191	48,74	7,31	29,00	70,00
Masa ciała po rykowisku [kg]	191	72,88	9,55	35,00	100,00
Przyrosty względne [%]	191	50,55	12,79	15,71	90,91
Przyrosty bezwzględne [g]	191	241,23	54,64	60,00	380,00

Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku z uwzględnieniem przynależności do stada, w którym przebywały łanie przedstawiono w tabeli 2. Najniższą masą ciała charakteryzowało się stado Pierwiastek ($p \leq 0,01$), najwyższą z kolei stada Duże i Małe. Łanie

ze stada Pierwiastek osiągały jednak najwyższe przyrosty względne masy ciała (32%), co wynika z faktu, iż nie osiągnęły jeszcze pełnego rozwoju somatycznego.

Tabela 2 Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku oraz przyrosty względne i dobowe przyrosty bezwzględne łań należących do różnych stad

Stado	N	Cecha							
		Masa ciała przed rykowiskiem [kg]		Masa ciała po rykowisku [kg]		Przyrosty względne [%]		Przyrosty bezwzględne [g]	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Pierwiastki	30	90,97 ^D	10,16	119,37 ^D	9,89	31,88 ^A	8,83	64,33 ^{CDb}	13,57
Duże	39	136,10 ^A	10,04	141,62 ^{AB}	11,21	4,17 ^D	2,85	55,13 ^{CD}	36,84
Małe	44	130,36 ^A	13,43	142,55 ^A	11,73	9,66 ^B	5,08	133,64 ^A	64,27
Malinki	45	127,53 ^B	13,19	130,71 ^C	12,08	2,73 ^{Db}	5,10	35,78 ^{Dac}	71,56
Migdałki	45	128,56 ^B	13,53	135,44 ^{BCa}	12,94	5,50 ^{CDa}	2,95	68,89 ^{bc}	35,75
Białorusinki	47	119,43 ^C	10,89	128,68 ^{Cb}	10,32	7,94 ^{BC}	4,60	92,55 ^{Ba}	47,62

A,B – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,01$; a,b – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,05$; średnie z różnymi literami różnią się istotnie

Tabela 3 Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku oraz przyrosty względne i dobowe przyrosty bezwzględne łań w poszczególnych grupach wiekowych

Grupa wiekowa	N	Cecha							
		Masa ciała przed rykowiskiem [kg]		Masa ciała po rykowisku [kg]		Przyrosty względne [%]		Przyrosty bezwzględne [g]	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
A	30	90,97 ^B	10,16	119,37 ^A	9,89	31,88 ^A	8,83	64,33	13,57
B	189	126,60 ^A	13,67	134,38 ^B	12,91	6,14 ^B	5,21	77,80	66,25
C	39	133,82 ^A	12,06	141,13 ^C	11,20	5,61 ^B	3,19	77,11	13,86

A,B – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,01$; a,b – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,05$; średnie z różnymi literami różnią się istotnie

- A. Łanie dwuletnie
- B. Łanie w wieku od 3 do 9 lat
- C. Łanie w wieku powyżej 9 lat

Rozpatrując poszczególne grupy wiekowe łań (Tab. 3) stwierdzono istotne zależności ($p \leq 0,01$) między wiekiem a masą ciała. Łanie najmłodsze osiągały najniższą masę ciała, natomiast pomiędzy łaniami z pozostałych dwóch grup nie stwierdzono istotnych różnic.

Celem przeprowadzonych badań była również analiza zmian masy ciała cieląt, z uwzględnieniem wpływu byka na badane cechy (Tab. 4). Najwyższą masę ciała przed rykowiskiem (54,15 kg) stwierdzono u cieląt po byku 2. (nr kolczyka - 3002), natomiast najniższą (43,03 kg) po byku 4. (nr kolczyka – 3041). Różnice te były istotne statystycznie ($p \leq 0,01$). Masa ciała cieląt po bykach o nr. 0434, 0389, 3002, 3030 oraz 5015 w dniu odłączenia od matek była zbliżona (od 71,87 do 77,74 kg), a różnice nie przekraczały 6 kg. Jedynie cielęta po byku 4. osiągały zdecydowanie niższe wartości, na co mogła mieć wpływ ich niska masa ciała w momencie rozpoczęcia rykowiska. Analiza wpływu wieku byka na

badane cechy, wykazała brak związku z masą ciała cieląt przed rykowiskiem, jednakże badany czynnik okazał się statystycznie istotny ($p \leq 0,01$) w odniesieniu do pozostałych cech (Tab. 5). Cielęta po bykach młodszych uzyskiwały większe przyrosty względne jak i bezwzględne przyrosty dobowe oraz osiągały większą masę ciała w momencie ich odłączenia od łań.

Tabela 4 Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku oraz przyrosty względne i dobowe przyrosty bezwzględne cieląt po poszczególnych bykach

Lp.	Nr byka	N	Cecha							
			Masa ciała przed rykowiskiem [kg]		Masa ciała po rykowisku [kg]		Przyrosty względne [%]		Przyrosty bezwzględne [g]	
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
1	0434/0389	42	48,05 ^B	5,81	72,98 ^{ABa}	7,12	52,53 ^B	8,85	249,29 ^B	32,71
2	3002	39	54,15 ^A	6,78	71,87 ^{Bca}	7,57	33,16 ^C	6,33	177,17 ^D	28,92
3	3030	38	49,66 ^B	7,66	76,97 ^{ABb}	10,67	55,71 ^{ABa}	9,11	273,15 ^A	43,12
4	3041	37	43,03 ^C	5,86	65,03 ^C	9,67	51,07 ^{Bb}	9,97	220,00 ^C	48,82
5	5015	35	48,60 ^B	5,96	77,74 ^{Ab}	7,07	60,81 ^{Ab}	9,46	291,43 ^{Ab}	30,02

A,B – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,01$; a,b – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,05$; średnie z różnymi literami różnią się istotnie

Tabela 5 Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku oraz przyrosty względne i dobowe przyrosty bezwzględne cieląt po bykach w różnym wieku

Grupa wiekowa byków	N	Cecha							
		Masa ciała przed rykowiskiem [kg]		Masa ciała po rykowisku [kg]		Przyrosty względne [%]		Przyrosty bezwzględne [g]	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
3-5 lat	77	48,30	5,84	75,14 ^A	7,45	56,29 ^A	9,99	268,44 ^A	37,77
7 lat	114	49,04	8,16	71,35 ^B	10,50	46,49 ^B	13,01	223,07 ^B	56,77

A,B – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,01$; średnie z różnymi literami różnią się istotnie

Tabela 6 Średnie wartości masy ciała przed i po rykowisku oraz przyrosty względne i dobowe przyrosty bezwzględne cieląt różnej płci

Płeć	N	Cecha							
		Masa ciała przed rykowiskiem [kg]		Masa ciała po rykowisku [kg]		Przyrosty względne [%]		Przyrosty bezwzględne [g]	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Łanie	101	46,37 ^A	5,94	69,53 ^A	7,70	50,84	12,70	231,68 ^A	48,11
Byki	90	51,41 ^B	7,80	76,63 ^B	10,06	50,00	12,96	252,22 ^B	59,56

A,B – różnice istotne dla poziomu $p \leq 0,01$; średnie z różnymi literami różnią się istotnie

Wykazano związek ($p \leq 0,01$) między płcią cieląt a badanymi cechami. Stwierdzono, że byczki osiągały większą masę ciała przed i po rykowisku oraz wyższe wartości bezwzględnych przyrostów dobowych (Tab. 6).

Ostatnim celem pracy była analiza wskaźników rozrodu na podstawie wskaźnika wycieleń łań. Wykazano statystycznie istotne ($p \leq 0,01$) różnice między wiekiem łań a wskaźnikiem wycieleń. Najwyższą wartość badany wskaźnik osiągał u łań sześciolletnich (94,1%) oraz jedenasto- i dwunastoletnich (odpowiednio 91,7 i 93,3%). Z kolei u łań najmłodszych, trzy- i czteroletnich osiągnął wartość najniższą (tab. 7).

Tabela 7 Wskaźniki wycieleń łań w zależności od wieku oraz wskaźnik odsadzeń cieląt (opracowanie własne)

Wiek łań [lata]	N	Wskaźnik wycieleń [%]
3	48	81,6
4	48	80,8
5	22	86,5
6	16	94,1
7	21	85,7
10	28	89,3
11	23	91,7
12	15	93,3
		Wskaźnik odsadzeń cieląt [%]
3-12	221	77,1

4. Dyskusja

Sezon rozrodowy u jeleniowatych występuje najczęściej jesienią, by wycielenia odbywały się wiosną, gdy warunki środowiskowe umożliwiają przetrwanie cieląt. Ważnym czynnikiem w tym okresie jest masa ciała samic. Wyniki wielu badań wykazały związek masy ciała łań z czasem wystąpienia rui, wskaźnikiem zapłodnienia, zdolnością samicy do odchowania potomstwa oraz masą ciała cieląt w momencie odłączenia od samicy (Audigé i in., 1998, Clutton-Brock i in., 1988, Landete-Castillejos i in., 2003).

Kondycja fizyczna łani przed rykowiskiem ma ogromne znaczenie dla efektywnie przebiegającego procesu rozrodu. Doświadczenie Carrion i wsp. (2010) wykazało, że łanie przystępujące po raz pierwszy do rykowiska w wieku 1,5 roku osiągały masę ciała około 91 kg, co koresponduje z wynikami badań własnych uzyskanych dla stada Pierwiastki. Wyniki badań własnych wskazują jednak, że łanie osiągały znacznie większe masy ciała w momencie odłączenia cieląt (119,37 kg), niż miało to miejsce w badaniach Carrion i wsp. (2010) - 102 kg. Zbadane masy ciała były również wyższe w porównaniu do tych uzyskanych przez Hanelik (2001).

Wraz z wiekiem masa ciała łań wzrasta, a tym samym poprawia się ich kondycja fizyczna w czasie ciąży. Zjawisko to obserwuje się do około 8. roku życia, kiedy to kondycja

zaczyna ulegać pogorszeniu. Jedną z przyczyn tego stanu może być wyraźne zużycie zębów, które redukuje skuteczne przeżuwanie pokarmu a tym samym efektywne trawienie (Carrion i in., 2008). Wyniki badań własnych wykazały istotne zależności ($p \leq 0,01$) między wiekiem a masą ciała łąn. Łanie najmłodsze (dwuletnie) osiągały niższe wartości masy ciała niż łanie starsze. Nie wykazano jednak istotnych różnic między łaniami w wieku od 3 do 9 lat, a tymi w wieku od 10 do 12 lat. Dodatkowo to najstarsze samice osiągały najwyższe masy ciała zarówno przed jak i po rykowisku.

Analiza wpływu wieku byka na badane cechy cieląt wykazała istotny związek ($p \leq 0,01$) z masą ciała po rykowisku oraz osiąganymi przyrostami względnymi i bezwzględnymi przyrostami dobowymi. Cielęta po bykach młodszych uzyskiwały większe wartości badanych parametrów oraz osiągały większą masę ciała w momencie ich odłączenia od samicy.

W badaniach Gomeza i wsp. (2006) przyrosty dobowe osiąmane przez byczki po 18 tygodniach laktacji mieściły się w przedziale 234-281 g/dzień osiągając w sierpniu masę 45,7 kg. W badaniach własnych przyrosty dobowe były zbliżone i wynosiły od 223,07 po bykach 7-letnich do 268,44 po bykach w wieku 3-5 lat. Stwierdzono również, że byczki osiągały wyższą masę ciała w porównaniu z łąnkami. Badania nad laktacją jeleni wykazały, że łanie wyżej usytuowane w hierarchii stada, częściej prowadzą młode płci męskiej, niż w przypadku łąn o niższej randze. W tych samych badaniach stwierdzono, że mleko samic ma różną zawartość składników mineralnych i odżywczych w zależności od płci potomstwa, co może również wpływać na późniejszą masę ciała cieląt. Wyniki uzyskane w badaniach własnych potwierdziły, że byczki były cięższe od łąnek zarówno przed jak i po rykowisku. Wartości masy ciała osiąmane przez cielęta były zbliżone do uzyskanych w badaniach Hanelik (2001) i Dmuchowskiego (2004), jednakże bezwzględne przyrosty dobowe cieląt w badaniach własnych były wyższe.

Analiza wpływu wieku łąn na wskaźnik wycieleń, który przekłada się bezpośrednio na opłacalność produkcji jeleni fermowych wykazała istotne statystycznie różnice ($p \leq 0,01$). Wartość powyższego wskaźnika mieściła się w przedziale od 80,8% dla łąn 4-letnich do 94,1% dla łąn 6-letnich. Wyniki te korespondują z uzyskiwanymi przez innych badaczy, w których wartość ta wynosiła od 73 do 100% (Wilson i in. 2000). Jak podaje South Canterbury North Otago Branch NZ Deer Farmers Association (2000) wskaźnik ten uznaje się za zadowalający gdy jego wartość wynosi więcej niż 93%. Z kolei wskaźnik odsadzeń (77,1%) był nieco niższy niż uzyskany w badaniach Carrion i wsp. (2010), gdzie wynosił

80,9%, natomiast mieścił się w przedziale uzyskanym w badaniach Massey Univeristy, gdzie oscylował na poziomie 69-94% (Wilson i in., 2000).

Znaczenie chowu i hodowli jeleni wynika z możliwości ich wykorzystania w różnych kierunkach – produkcja mięsa, velvetu, materiału zarodowego, płatnego odstrzału czy turystyki (Dmuchowski 2004). Podstawowym z nich jest jednak produkcja mięsa. Istotnym wydaje się więc prowadzenie dalszych badań dotyczących zmian masy ciała samic i młodych oraz dążenie do uzyskiwania coraz wyższych wskaźników rozrodu.

5. Wnioski

3. W badaniach wykazano wpływ wieku łani na poszczególne parametry reprodukcyjne. Najwyższy wskaźnik wycieleń zaobserwowano u łan 6-letnich oraz 11- i 12-letnich.
4. Wiek byka okazał się istotnym czynnikiem wpływającym na analizowane cechy cieląt. Cielęta po bykach młodszych uzyskiwały większe przyrosty względne i bezwzględne oraz osiągały większą masę ciała w momencie ich odłączenia od łan.
5. Wykazano związek między płcią cieląt a badanymi cechami. Stwierdzono, że byczki osiągały większą masę ciała przed i po rykowisku oraz wyższe wartości bezwzględnych przyrostów dobowych niż łanki.

Literatura

Asher G. W., Archer J. A., Ward F. J., Scott I. C., Littlejohn R. P. 2011. Effects of melatonin implants on the incidence and timing of puberty in female red deer (*Cervus elaphus*). *Anim Reproduction Science*, 123:202-209

Audige L., Wilson P. R., Morris R. S. 1998. A body condition score system and its use for farmed red deer hinds. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41:545-553

Carrion D., Gaspar-Lopez E., Landete-Castillejos T., Gallego L., Garcia A. J. 2010. Effects of reproductive rest on the subsequent breeding in Iberian red deer hinds (*Cervus elaphus hispanicus*). *Mammalian Biology*, 75:211-218

Carrion D., Garcia A. J., Gaspar-Lopez E., Landete-Castillejos T., Gallego L. 2008. Development of body condition in hinds of Iberian red deer during gestation and its effects of calf birth weight and milk production. *Journal of Experimental Zoology*, 309:1-10

Clutton-Brock T. H., Albon S. D., Guinness F.E. 1988. Reproductive success in male and female red deer. [w]: T.H. Clutton-Brock (Ed.), *Reproductive Success*, The University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 325–343

Dmuchowski B. 2004. Wzrost i rozwój cieląt jelenia europejskiego *Cervus elaphus hippelaphus* w hodowli fermowej w Kosewie Górnym. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 6-7

Dzięciołowski R., Wasilewski M., Goszczyński J., Babińska-Werka J. 1995. Occurrence of lactation in red deer *Cervus elaphus*. *Acta Theriologica*, 40(3):295-301

Garcia A. J., Landete-Castillejos T., Carrion D., Gaspar-Lopez E., Gallego L. 2006. Compensatory extension of gestation length with advance of conception in Red Deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Experimental Zoology*, 305:55-61

Garcia A. J., Landete-Castillejos T., Gomez-Brunet A., Garde J. J., Gallego L. 2003. Characteristic of the oestrus cycle of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) assessed by progesterone profiles. *Journal of Experimental Zoology*, 298:143-149

Garcia A. J., Landete-Castillejos T., Garde J. J., Gallego L. 2002. Reproductive seasonality in female Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Theriogenology*, 58:1553-1562

Gomez J. A., Landete-Castillejos T., Garcia A. J., Gallego L. 2006. Importance of growth during lactation on body size and antler development in the Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Livestock Science*, 105:27-34

Hanelik A. 2001. Analiza wycieleń jeleni fermowych w Stacji Badawczej PAN w Kosewie Górnym w roku 2001. Maszynopis pracy magisterskiej.

Jaworski G. 2011. Jelenie liczone dokładnie. *Łowiec Polski*, 1:36-39

Landete-Castillejos T., Garcia A., Gomez J. A., Berruga M. I., Gallego L. 2003. Lactation under induced five-month delay reproduction in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) *Journal of Experimental Zoology*, 301:261-265

Landete-Castillejos T., Garcia A., Molina P., Vergara J., Gallego L. 2000. Milk production and composition in captive Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*): Effect of birth date. *Journal of Animal Science*, 78:2771-2777

Loudon A. S. I. 1994. Photoperiod and the regulation of annual and circannual cycles of food intake. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53:495-507

Myrsterud A., Bonenfant C., Loel L. E., Langvatn R., Yoccoz N. G., Stenseth N. C. 2008. Age specific feeding cessation in male red deer during rut. *Journal of Zoology*, 275:407-412

Pawlina E., Kruszyński W. 2011. Podstawy hodowli zwierząt. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 538:55

Pollard J. C., Asher G. W., Littlejohn R. P. 2002. Weaning date affects calf growth rates and hind conception dates in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Animal Science* 74:111-116

South Canterbury & North Otago Branch NZ Deer Farmers Association. Deer Production Guide. 2000

Vergara H., Landete-Castillejos T., Garcia A., Molina P., Gallego L. 2003. Concentration on Ca, Mg, K, Na, P and Zn in milk in two subspecies of red deer: *Cervus elaphus hispanicus* and *Cervus elaphus scoticus*. Small Ruminant Research, 47:77-83

Wilson P. R., Beatson N. S., Campbell A. C., Judson H. G. 2000. Optimising deer herd conception rate and date: Research and extensions project messages. Proceedings of a Deer Course for Veterinarians; Deer Branch New Zealand Veterinary Association, Course No 17: 37-42

Zachos F. E., Hartl G. B. 2011. Phylogeography, population genetics and conservation on the European red deer (*Cervus elaphus*). Mammal Review, 41(2):138-150



Artykuł finansowany ze środków Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego KNOW na lata 2014-2018 dla Wrocławskiego Centrum Biotechnologii

Badania porównawcze nad tuczem gęsi krajowych odmian południowych

Rafał Zwierzyński⁽¹⁾, Ewa Gornowicz⁽¹⁾, Lidia Lewko⁽¹⁾, Marian Pietrzak⁽²⁾

¹Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, Instytut Zootechniki-PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka

²Katedra Hodowli Małych Ssaków i Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Rafał Zwierzyński: rafal.zwierzynski@izoo.krakow.pl

Streszczenie

Celem realizowanej pracy były badania porównawcze tuczu gęsi, z wykorzystaniem w ostatnich trzech tygodniach chowu standardowej mieszanki paszowej (grupa A) *versus* ziarno owsa (grupa B). Określono wpływ zastosowanej metody tuczu na wartość rzeźną i kształtowanie się cech fizycznych mięsa gęsi krajowych odmian południowych: lubelskich, kieleckich i podkarpackich. Gęsi tuczone owsem osiągnęły istotnie $p < 0,05$ wyższą (o 0,40 kg) końcową masę ciała. Jednakże różnica w masie tuszek była nieistotna i wartość tej cechy wynosiła dla grupy A 3,10 kg a dla B 3,29 kg. Związane to było z istotnie $p < 0,05$ gorszą wydajnością rzeźną (o 2,29 p.p.) populacji B. Cechy fizyczne mięśni piersiowych i nóg badanych odmian gęsi w obu metodach tuczu osiągnęły wartości kwalifikujące mięso, jako pożądane z konsumenckiego punktu widzenia. Nie wykazano dla tych parametrów statycznie istotnych różnic ani ze względu na metodę tuczu, grupę genetyczną czy płeć gęsi.

Słowa kluczowe: gęś, odmiana, tucz, tuszka, mięso, jakość

A comparative study of the fattening of domestic geese of southern varieties

Summary

The aim of the present study was to make comparative analyses of geese fattened with a standard diet (group A) vs oat grain (group B) during the last three weeks of growth. The effect of fattening method on the slaughter value and physical characteristics of meat from native geese of southern varieties (Lubelska, Kielecka, Podkarpacka) was determined. Oat-fattened geese had significantly ($p < 0.05$) higher (by 0.40 kg) final body weights. However, the difference in carcass weight was not significant and the value of this trait was 3.10 kg for group A and 3.29 kg for group B. This was associated with a significantly ($p < 0.05$) poorer dressing percentage (by 2.29 percentage points) in population B. The physical characteristics of breast and leg muscles from the studied varieties of geese in both fattening methods reached values that made the meat desirable for consumers. For these parameters, no statistically significant differences were observed with regard to fattening method, genetic group, and sex of geese.

Keywords: goose, variety, fattening, carcass, meat, quality

1. Wstęp

Gęś jako ptak domowy przynosi swoim gospodarzom wielorakie korzyści. Dlatego też prawie w każdym polskim gospodarstwie w XIX i na początku XX wieku, utrzymywano te ptaki. Bywało, że całe wsie specjalizowały się w chowie gęsi, ukierunkowanym bądź na produkcję mięsa lub na wątroby (na pasztety). Szczególnie dotyczyło to terenów kraju zlokalizowanych w pobliżu cieków i zbiorników wodnych z dużą ilością pastwisk. Stwarzało to naturalne, dogodne warunki do chowu gęsi. W regionach o zintensyfikowanym chowie tego gatunku drobiu ukształtowały się lokalne rasy/odmiany, pochodzące głównie od *Anser anser* L., później sklasyfikowane między innymi jako krajowe gęsi odmian północnych: rypińska, suwalska, kartuska czy południowych: podkarpacka, kielecka i lubelska (Trybalski, 1936; Buchwald, 1947; Książkiewicz, 2010; Calik, 2013). Na terenach Pomorza, Kujaw, Kaszub, zachodniej części Mazowsza, większości ziem Wielkopolski i Małopolski, na

przełomie wspomnianych wieków, rozpowszechnił się sposób żywienia gęsi (głównie pomorskich) w ostatnich trzech tygodniach życia ziarnem owsa oraz marchwią. Gęsi chętnie spożywały tą paszę, łatwo dostępną w każdym gospodarstwie w okresie jesiennym. Ponadto na początku XX wieku ptaki pod koniec tuczu często przepędzano na stosunkowo długich trasach w celu uzyskania lepszej zapłaty (przede wszystkim na tereny Niemiec) a owies i marchew było łatwo zapakować na wozy towarzyszące gęsiom, a potem zadać jako karmę. Zaobserwowano wiele zalet wynikających z takiego żywienia. Mianowicie gęsi tak żywione miały dobrze uformowane tuszki tj. odpowiednio wysklepione piersi, dobrą zawartość mięśni i tłuszczu (Książkiewicz, 2006; Gornowicz i in., 2017). Istotne znaczenie miała też pożądana (jasnopomarańczowa) barwa skóry i tłuszczu podskórnego, sadelkowego czy śródmięśniowego, uzyskana dzięki beta-karotenowi marchwi. Pozytywnie oceniano też aspekty kulinarne, mianowicie większą kruchość mięsa po upieczeniu oraz znaczną długość przechowywania wędzonych oraz pieczonych produktów zalanych wytopionym smalcem.

W drugiej połowie XX wieku określono konkretne wymagania pod względem wykorzystania materiału hodowlanego i sprecyzowano technologię chowu gęsi z tuczem owsianym (Bieliński 1983). W kolejnych latach metodę tę uszczegóławiano (Elminowska-Wenda i in., 1997; Adamski i Wencek, 2012; Bielińska i in., 2015), a materiał hodowlany, jakim były gęsi hodowane w Instytucie Zootechniki Zakładzie Doświadczalnym Kołuda Wielka doskonalono (Mazanowski 1999, Rosiński 2000, Wężyk i in. 2003, Buzala i in. 2014). Wynikiem tych prac było uznanie w 2012 roku za odrębną rasę gęsi Białej Kołudzkiej®, której materiał towarowy stanowi podstawę (93%) produkcji mięsa gęsiego w Polsce. Jednakże podobnie jak ponad wiek temu, zdecydowana większość tej produkcji (85%) trafia na rynek niemiecki (Dybowski, 2014). Realizowana od 2010 roku promocja mięsa drobiowego (w konsekwencji ustawy z dnia 22 maja 2009 r., Dz.U. z 2009 r. Nr 97, poz. 799, utworzono Fundusz Promocji Mięsa Drobiowego) obejmująca także kampanię propagowania w Polsce mięsa gęsiego i wprowadzenie systemu QAFP (Quality Assurance for Food Products, Program Gwarantowanej Jakości Żywności) w produkcji młodej polskiej gęsi owsianej przyczynia się niewątpliwie do powolnego ale systematycznego wzrostu zainteresowania krajowego konsumenta tym surowcem (Broniak-Czupryna, 2015). Aktualnie statystyczny Polak zjada rocznie od 50 do 70 gramów gęsiny. Wielkość tą trzeba aktualnie odnotować jako sukces, gdyż na początku XXI wieku krajowe spożycie mięsa gęsiego wynosiło od 15 do 17 gramów/osobę.

Obecnie te odmiany rodzimych gęsi, które udało się uratować przed wyginięciem objęte są programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt i utrzymywane *in situ* w

stadach nie przekraczających ogółem 500 sztuk. Wydaje się, że wykorzystanie tych populacji do produkcji mięsa gęsiego bardzo dobrze wpisuje się do koncepcji zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich (Żmija, 2014). Stanowi interesującą ofertę dla chowu przydomowego, ekologicznego czy agroturystyki (Gornowicz i in., 2016). Natomiast dla polskiego konsumenta tego typu niszowa produkcja surowca mięsnego jest propozycją asortymentu spełniającego wymagania bezpiecznej żywności dla zdrowia (Gajda-Wyrębek, 2009). Szczególnie tu kwalifikuje się mięso gęsie pozyskane od ptaków tuczonych zgodnie z procedurą tuczu owsianego.

Z uwagi na powyższe przeprowadzono badania porównawcze dwóch systemów tuczu: konwencjonalnego i owsianego, mające na celu określenie ich wpływu na jakość tuszek i mięsa trzech krajowych odmian regionalnych gęsi.

2. Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły krajowe gęsi odmian południowych: lubelskie, kieleckie i podkarpackie (fot. 1). Populacje te utrzymywane są metodą *in situ* w Stacji Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach (Instytut Zootechniki PIB). Przeprowadzono doświadczalny odchów na wolnym wybiegu trzech w/w populacji gęsi, zakończony trzytygodniowym tuczem konwencjonalnym (TK) i owsianym (TO). Każda grupa doświadczalna (TK i TO) liczyła po 15 gęsiorów i 15 gęsi, ptaków każdej odmiany. Łącznie populacja doświadczalna liczyła 180 sztuk. Przez 16 tygodni życia ptaki odchowywano w dwóch oddzielnych grupach, zachowując proporcję w liczebności ptaków poszczególnych odmian i płci oraz żywiąc je paszami o jednakowej wartości pokarmowej. Do 4. tygodnia życia gęsi była podawana *ad libitum* mieszanka treściwa G-1 zawierająca: śrutowane zboża (pszenica, kukurydza) 67%, pasze wysokobiałkowe (śruta sojowa) 24%, susz z traw 5,5%, drożdże pastewne 3% i preparat witaminowo-mineralny (Polfamix W) 0,5%. Pasza G-2 stosowana w okresie od 5 do 16 tygodnia życia ptaków przygotowana była w 90,8% ze śrut zbożowych, w 9% z roślinnych pasz wysokobiałkowych (śruta sojowa, groch) oraz z dodatkiem 0,2% preparatu witaminowo-mineralnego (Polfamix W). Wartość pokarmową mieszanek paszowych przedstawiono w tabeli 1.

Ponadto od 4 dnia życia gąsiętom podawano drobno posiekane zielonki: młode, świeże, pokrzywy, trawy i mniszek oraz stopniowo ptaki przyzwyczajano do korzystania z wybiegu, którym było pastwisko o dużej bioróżnorodności roślinnej. W kolejnych tygodniach odchovu, zgodnie z zapotrzebowaniem gęsi, uzupełniano pasze pastwiskowe koszoną zielonką (trawy, kukurydza, kapusta, marchew). Od 112 dnia chowu przez okres 3 tygodni

gęsi żywiono wyłącznie mieszanką paszową G-3 (TK) lub owsem (TO). Pasza G-3 zawierała 78% ześrutowanej łącznie kukurydzy i pszenicy, 15,5% śruty sojowej, 6% suszu z traw i 0,5% Polfamixu W.

Tabela 1. Wartość pokarmowa mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu gęsi

Parametr	Tydzień życia gęsi		
	od 1 do 4	od 5 do 16	od 17 do 19 (tucz)
Mieszanka paszowa	G-1	G-2	G-3
Białko ogólne,%	19,8	13,6	15,5
Włókno surowe,%	4,1	7,2	8,9
Energia metaboliczna, MJ	10,9	10,5	11,7
Ca,%	1,0	0,85	0,9
P przyswajalny,%	0,4	0,4	0,4

Po zakończonym odchowie wszystkie ptaki zważono i do oceny jakości mięsa wytypowano po 8 gęsiorów i 8 gęsi z każdej grupy żywieniowej (TK i TO) każdej odmiany (lubelskie, kieleckie, podkarpackie). Ptaki ubito – po uprzedniej 12-godzinnej głodówce, ale z zapewnionym w tym czasie dostępem do wody pitnej. Następnie ptaki poddano obróbce poubojowej. Zastosowane procedury były zgodne z praktyką przemysłową. Przez okres chowu, uboju i obróbki poubojowej ptaki miały zamocowany w błonach obu skrzydeł metalowy znaczek z numerem identyfikacyjnym.

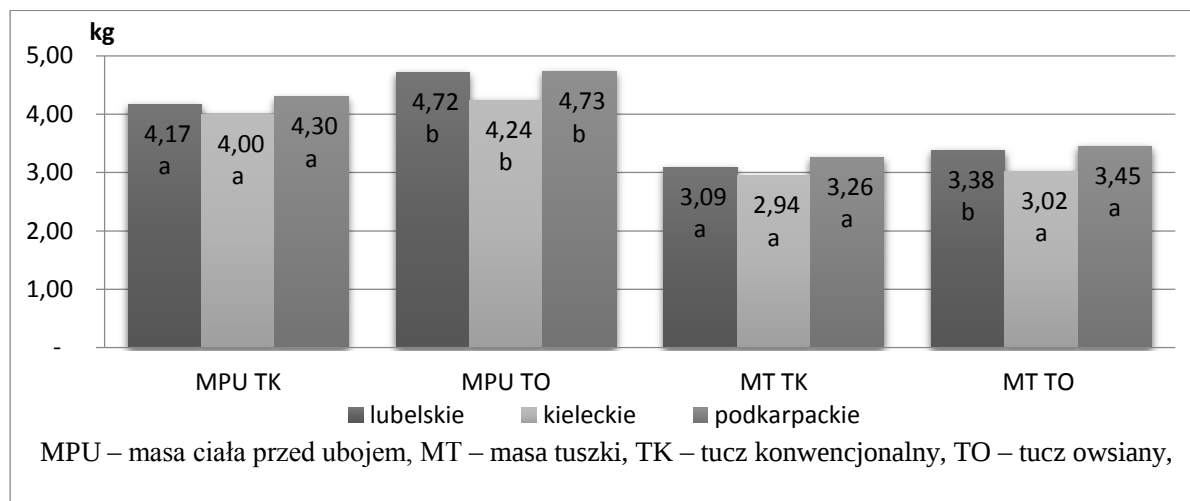
Wszystkie pomiary cech fizycznych przeprowadzono w mięśni piersiowym lewym i w części udowej lewej nogi. Pomiary stężenia jonów wodorowych – pH₁₅ i pH₂₄ pH wykonano pehametrem Mettler-Toledo MP 125 DE/ Inlab 427, przewodności elektrycznej – EC₁₅ i EC₂₄ aparatem LF-STAR firmy Matthus. Pomiaru jasności barwy (L*) dokonano spektrofotometrem Minolta CM 580. Określono także zdolność utrzymywania wody własnej (WHC) oraz wyciek termiczny (WT), odpowiednio zgodnie ze zmodyfikowaną metodą Grau’a i Hamm’a (Grau i Hamm, 1952; Pohja i Niinivaara, 1957) i metodą Pikula (1993).

W celu określenia wybranych parametrów tekstury mięsa surowego i po obróbce termicznej, po 24 godzinach od uboju, ze schłodzonych tuszek z mięśnia piersiowego powierzchownego (*m. pectoralis superficialis*) i z mięśni uda pobrano próbki o wymiarach przekroju 1 x 1 cm i długości 1,5 cm wzdłuż włókien mięśniowych (Honikel, 1998). Do pomiarów wykorzystano analizator TA.XT plus Stable Micro Systems i zestaw noży Warner-Bratzlera do pomiaru siły cięcia oraz uchwyty szczękowe Volodkievich’a do siły gryzienia.

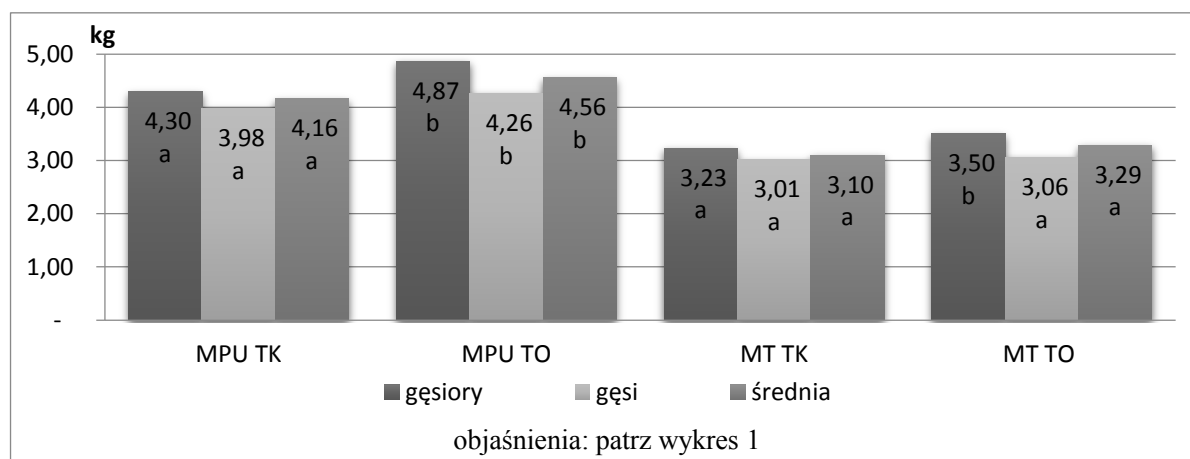
Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu *Statistica 10* (StatSoft 2006).

3. Wyniki i dyskusja

Przedstawione na rysunkach 1 i 2 rezultaty wskazują, iż gęsi tuczone owsem były istotnie $p \leq 0,05$ cięższe (4,56 kg) w porównaniu do grupy TK (4,16 kg). Jednakże masa tuszek tych dwóch grup nie różniła się istotnie (różnica 0,19 kg). Istotną $p \leq 0,05$ różnicę zanotowano wyłącznie w przypadku gęsi lubelskich (0,29 kg). Uwzględniając płeć ptaków wykazano, że zarówno masa ciała, jak i masa tuszki gęsiorów TO była większa ($p \leq 0,05$) vs gęsiorów TK, odpowiednio o 0,57 kg i 0,29 kg. Natomiast samice istotnie $p \leq 0,05$ różniły się tylko masą ciała przed ubojem, wynoszącą 4,26 kg TO i 3,98 kg TK. Ze względu na znaczny dymorfizm płciowy u gęsi, w wielu wcześniejszych badaniach wykazano istotną zależność między masą ciała a płcią i pochodzeniem genetycznym gęsi (Kapkowska i in., 2011; Buzala i in., 2014).

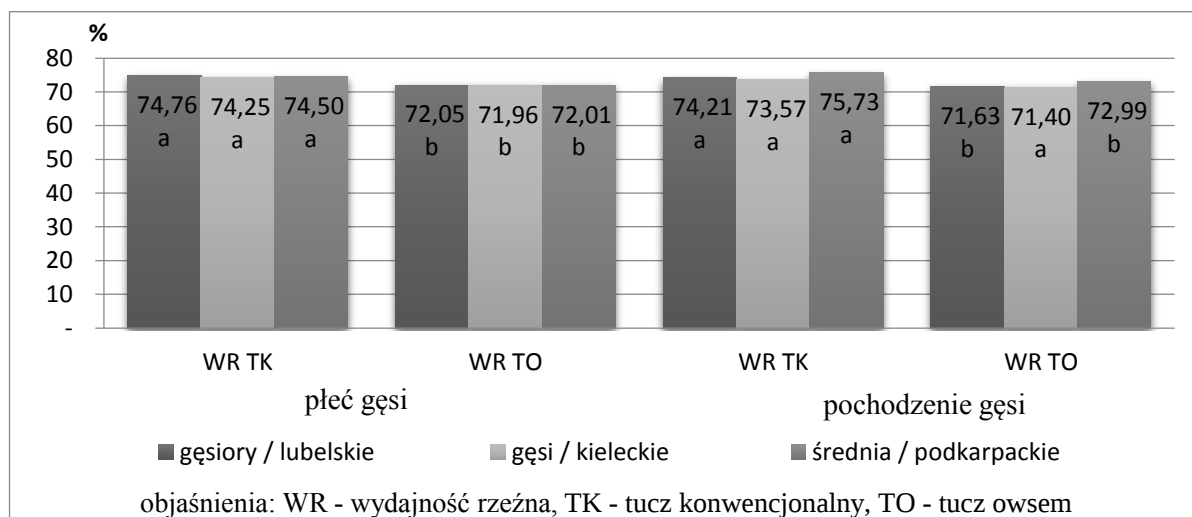


Rys. 1. Kształtowanie się masy ciała przed ubojem i tuszki krajowych gęsi odmian południowych w zależności od rodzaju tuczu



Rys. 2. Kształtowanie się masy ciała przed ubojem i tuszki doświadczalnych gęsi z uwzględnieniem płci w zależności od rodzaju tuczu

Zarówno gęsiory, jak i gęsi TK cechowały się korzystniejszą ($p \leq 0,05$) o 2,49 p. p. wydajnością rzezną, wynoszącą średnio 74,50% (Rys. 3). Natomiast uwzględniając pochodzenie gęsi, rodzaj stosowanego tuczu miał istotny $p \leq 0,05$ wpływ na kształtowanie się wydajności rzeźnej tylko u gęsi lubelskich.



Rys. 3. Kształtowanie się wydajności rzeźnej krajowych gęsi podmiotów południowych z uwzględnieniem pochodzenia i płci w zależności od rodzaju tuczu

Analiza kształtowania się cech fizycznych mięśni po uboju gęsi trzech odmian regionalnych tuczonych owsem i konwencjonalnie (Tab. 2) wykazała istotne $p \leq 0,05$ różnice w zależności od rodzaju tuczu, dotyczące zarówno wysokości uzyskanych wartości, jak i przebiegu procesu glikolizy *post mortem*. Wszystkie badane odmiany gęsi TK cechowały się wyższym pH_{15} mięśni piersiowych w pożądanym zakresie od 6,09 do 6,17, które w kolejnych 24 godzinach obniżyło się o około 0,12 jednostek, świadcząc o prawidłowym przebiegu glikolizy. Natomiast początkowy odczyn pH tej, najbardziej wartościowej grupy mięśni gęsi TO był niższy wynosił od 6,05 do 6,08 i z czasem wzrastał średnio o 0,07 jednostek.

Taki przebieg procesu *post mortem* w mięśniach nie jest pożądany, albowiem nie następuje prawidłowe zakwaszenie mięsa. Mięso o wartości pH_{24} między 6,0 a 6,2 wykazuje wyraźną podatność na procesy rozkładu białek, albowiem wysokie pH sprzyja łatwemu rozwojowi mikroflory gnilnej (Gumułka i in., 2009; Pietrzak i in., 2009).

Mięśnie gęsi TO były jaśniejsze, o około 4 jednostki mięśnie piersiowe i o około 2,5 jednostek m. nóg. Także inni Autorzy wykazali, że mięso gęsi tuczonych owsem jest istotnie jaśniejsze. Wpływ na to ma głównie wyższa zawartość tłuszczu śródmięśniowego (Pietrzak i in., 2013; Buzala i in., 2014).

Istotnie $p \leq 0,05$ mniejsza siła była niezbędna do przecięcia mięśni, zarówno surowych jak i po obróbce termicznej, gęsi tuczonych owsem. Zależność ta dotyczyła wszystkich badanych odmian. Nie potwierdzono statystycznie różnic w sile niezbędnej do przegryzienia mięsa gęsi między grupami genetycznymi i żywieniowymi gęsi. Haraf (2014) analizując piśmiennictwo dotyczące wpływu żywienia i genotypu gęsi na cechy dysekcyjne i jakość mięsa, wykazała, że od genotypu zależy morfologia tuszki oraz struktura mięśni i ich skład chemiczny, a w niewielkim stopniu kształtuje on właściwości fizyczne mięsa.

Tabela 2. Cechy fizyczne mięsa krajowych gęsi odmian południowych w zależności od rodzaju tuczu

Parametr	Krajowe gęsi odmian południowych					
	lubelskie		kieleckie		podkarpackie	
	TK	TO	TK	TO	TK	TO
Mięśnie piersiowe						
pH ₁₅	6,13 ^a ±0,1	6,05 ^b ±0,2	6,17 ^a ±0,2	6,05 ^b ±0,2	6,09 ^{ab} ±0,1	6,08 ^{ab} ±0,2
EC ₁₅	6,67 ^b ±1,5	5,60 ^c ±1,3	7,47 ^a ±1,2	5,53 ^c ±1,5	7,13 ^{ab} ±1,1	5,50 ^c ±1,7
pH ₂₄	6,06 ^b ±0,1	6,17 ^a ±0,1	5,99 ^b ±0,1	6,12 ^a ±0,1	5,96 ^b ±0,0	6,11 ^a ±0,1
EC ₂₄	10,92 ^{ab} ±0,3	8,78 ^c ±1,2	10,60 ^b ±0,6	8,89 ^c ±1,0	11,11 ^a ±0,4	8,61 ^c ±1,3
L*	39,20 ^b ±3,8	44,41 ^a ±3,2	40,05 ^b ±4,7	44,12 ^a ±2,2	40,06 ^b ±3,2	43,71 ^a ±3,3
WHC, mg%	27,64 ^a ±2,8	25,99 ^b ±2,9	27,41 ^a ±2,7	25,70 ^b ±3,7	27,72 ^a ±3,0	26,25 ^{ab} ±2,4
WT, %	12,81 ^a ±3,4	10,78 ^b ±0,9	11,89 ^{ab} ±1,8	10,16 ^b ±1,2	12,28 ^a ±2,2	10,56 ^b ±0,8
F2 WB MS, N	97,23 ^a ±10,3	79,57 ^{bc} ±9,9	103,1 ^a ±13,7	87,68 ^b ±14,4	91,11 ^b ±10,6	75,12 ^c ±11,3
F2 WB MT, N	51,32 ^a ±0,3	39,57 ^b ±0,2	53,98 ^a ±0,7	47,68 ^{ab} ±0,3	52,33 ^a ±0,5	35,12 ^b ±0,1
F2 G MT, N	28,64±0,3	21,28±0,1	29,13±0,4	21,57±0,1	28,54±0,3	21,12±0,1
Mięśnie nóg						
pH ₁₅	6,76 ^a ±0,2	6,43 ^b ±0,2	6,86 ^a ±0,3	6,38 ^b ±0,2	6,79 ^a ±0,3	6,38 ^b ±0,2
EC ₁₅	3,20 ^b ±1,4	4,23 ^a ±1,2	3,74 ^{ab} ±1,1	4,61 ^a ±1,0	3,78 ^{ab} ±1,2	3,41 ^b ±0,8
pH ₂₄	6,79 ^a ±0,2	6,51 ^b ±0,1	6,83 ^a ±0,3	6,50 ^b ±0,2	6,71 ^{ab} ±0,3	6,49 ^b ±0,1
EC ₂₄	6,61 ^b ±1,3	3,36 ^c ±1,2	8,49 ^a ±1,4	3,64 ^c ±1,0	8,67 ^a ±1,7	3,13 ^c ±0,6
L*	46,87 ^b ±2,5	48,76 ^{ab} ±2,7	47,75 ^{ab} ±2,4	50,97 ^a ±2,0	46,04 ^b ±1,6	49,85 ^a ±0,9
WHC, mg%	24,38±2,5	24,51±4,5	24,39±2,8	25,58±3,9	25,00±1,5	25,31±1,7
WT, %	9,18 ^b ±3,1	10,05 ^{ab} ±1,9	8,60 ^b ±1,9	10,13 ^{ab} ±1,0	9,15 ^b ±2,8	11,06 ^a ±1,3
F2 WB MS, N	102,1 ^a ±13,5	85,39 ^b ±11,1	91,63 ^{ab} ±9,8	74,52 ^c ±9,6	105,7 ^a ±14,6	89,49 ^b ±17,3
F2 WB MT, N	58,79 ^a ±4,2	45,39 ^b ±1,0	52,33 ^{ab} ±2,5	34,52 ^c ±1,6	62,43 ^a ±3,9	49,49 ^{ab} ±4,2
F2 G MT, N	32,11±0,7	21,45±0,1	31,31±0,5	21,10±0,1	31,67±0,8	21,57±0,1

Objaśnienie: pH–stężenie jonów wodorowych w mięsie, EC–przewodność elektryczna, ₁₅, ₂₄–pomiar 15 minut i 24 godziny po uboju, L*–jasność barwy, WHC–zdolność trzymania wody własnej, WT–wyciek termiczny, F2 WB–siła niezbędna do przecięcia mięsa w teście Warner-Bratzlera, F2 G–siła niezbędna do przegryzienia mięsa szczęki Volodkievich’a, MS–mięso surowe, MT–mięso po obróbce termicznej, ^a–różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne $p \leq 0,05$

Układ zależności cech fizycznych mięsa gęsi TO i TK był podobny uwzględniając zarówno pochodzenie jak i płeć ptaków (Tab. 2 i 3). Między samcami i samicami różnice istotne $p \leq 0,05$ dotyczyły wyłącznie siły niezbędnej do przecięcia mięśni. W przypadku gęsiorków siła ta musiała być wyższa o około 30 N dla mięsa surowego i około 20 N dla mięsa

po obróbce termicznej. Dla tej cechy mięsa gotowanego podobne rezultaty uzyskała Kapkowska i in. (2011), wykazując różnice $p \leq 0,05$ uwarunkowane genotypem i płcią.

Tabela 3. Cechy fizyczne mięsa krajowych gęsi odmian południowych z uwzględnieniem płci w zależności od rodzaju tuczu

Parametr	Krajowe gęsi odmian południowych					
	gęsiory		gęsi		średnia	
	TK	TO	TK	TO	TK	TO
Mięśnie piersiowe						
pH ₁₅	6,12 ^{ab} ±0,1	6,08 ^{ab} ±0,2	6,14 ^a ±0,1	6,06 ^b ±0,2	6,13 ^{ab} ±0,1	6,07 ^{ab} ±0,2
EC ₁₅	7,45 ^a ±1,3	5,47 ^b ±1,5	6,73 ^{ab} ±1,3	5,62 ^b ±1,6	7,09 ^{ab} ±1,3	5,54 ^b ±1,5
pH ₂₄	6,04 ^b ±0,1	6,12 ^a ±0,1	5,97 ^b ±0,05	6,15 ^a ±0,1	6,01 ^b ±0,1	6,13 ^a ±0,1
EC ₂₄	10,90 ^a ±0,5	8,88 ^b ±1,2	10,85 ^a ±0,5	8,64 ^b ±1,2	10,88 ^a ±0,5	8,76 ^b ±1,2
L*	39,65 ^b ±3,4	44,45 ^a ±3,4	39,89 ^b ±4,4	43,72 ^a ±2,3	39,78 ^b ±3,9	44,08 ^a ±2,9
WHC, mg%	27,32 ^a ±2,5	25,35 ^b ±3,1	27,85 ^a ±3,1	26,61 ^{ab} ±3,0	27,59 ^a ±2,8	25,98 ^b ±3,0
WT, %	12,48 ^a ±2,5	10,69 ^b ±1,0	12,18 ^a ±2,6	10,30 ^b ±1,0	12,33 ^a ±2,5	10,50 ^b ±1,0
F2 WB MS, N	118,1 ^a ±10,9	97,80 ^b ±9,6	81,98 ^c ±7,6	63,78 ^d ±5,2	100,1 ^b ±9,3	80,79 ^c ±7,5
F2 WB MT, N	73,21 ^a ±0,8	57,80 ^b ±0,3	40,35 ^c ±0,7	23,78 ^d ±0,2	56,78 ^b ±0,8	40,79 ^c ±0,2
F2 G MT, N	35,44 ^a ±0,6	21,85 ^{ab} ±0,2	33,73 ^{ab} ±0,4	20,77 ^b ±0,1	34,59 ^a ±0,5	21,31 ^{ab} ±0,2
Mięśnie nóg						
pH ₁₅	6,71 ^{ab} ±0,3	6,42 ^{ab} ±0,2	6,90 ^a ±0,3	6,37 ^b ±0,2	6,81 ^a ±0,3	6,40 ^b ±0,2
EC ₁₅	3,96 ^{ab} ±1,3	4,26 ^a ±1,0	3,19 ^b ±1,3	3,90 ^{ab} ±1,0	3,58 ^b ±1,3	4,08 ^a ±1,0
pH ₂₄	6,71 ^{ab} ±0,3	6,47 ^b ±0,2	6,84 ^a ±0,3	6,53 ^b ±0,1	6,77 ^a ±0,3	6,50 ^b ±0,1
EC ₂₄	8,23 ^a ±1,7	3,60 ^b ±1,1	7,61 ^a ±1,2	3,15 ^b ±0,8	7,29 ^a ±1,5	3,38 ^b ±0,9
L*	46,56 ^b ±2,2	49,28 ^a ±2,2	47,21 ^b ±2,2	50,44 ^a ±1,7	46,89 ^b ±2,2	49,86 ^a ±1,9
WHC, mg%	24,57 ^{ab} ±2,5	24,18 ^b ±3,2	24,60 ^{ab} ±2,1	26,08 ^a ±3,9	24,59 ^{ab} ±2,3	25,13 ^{ab} ±3,6
WT, %	9,58 ^b ±2,56	10,59 ^a ±1,6	8,37 ^b ±2,9	10,23 ^a ±1,3	8,98 ^b ±2,6	10,41 ^a ±1,4
F2 WB MS, N	116,4 ^a ±11,3	91,87 ^b ±12,3	88,67 ^b ±10,2	74,4 ^c ±12,9	102,5 ^{ab} ±9,8	83,13 ^c ±12,6
F2 WB MT, N	66,41 ^a ±2,3	51,87 ^{bc} ±2,3	52,12 ^{bc} ±3,5	34,40 ^d ±2,9	59,27 ^{ab} ±2,9	43,13 ^{cd} ±2,6
F2 G MT, N	36,15 ^a ±0,3	21,65 ^{ab} ±0,2	35,26 ^{ab} ±0,4	21,09 ^b ±0,3	35,71 ^a ±0,3	21,37 ^b ±0,2

Objaśnienie: pH–stężenie jonów wodorowych w mięsie, EC–przewodność elektryczna, ₁₅, ₂₄–pomiar 15 minut i 24 godziny po uboju, L*–jasność barwy, WHC–zdolność trzymania wody własnej, WT–wyciek termiczny, F2 WB–siła niezbędna do przecięcia mięsa w teście Warner-Bratzlera, F2 G–siła niezbędna do przegryzienia mięsa szczęki Wołodkiewich’a, MS–mięso surowe, MT–mięso po obróbce termicznej, ^a–różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne $p \leq 0,05$

4. Wnioski

Krajowe gęsi odmian południowych tuczone owsem osiągają korzystną masę ciała (4,56 kg). Ich mięso vs pochodzącego od gęsi z tuczu konwencjonalnego jest istotnie $p \leq 0,05$ jaśniejsze, o większej zdolności utrzymania wody własnej, mniejszym wycieku termicznym i jest bardziej kruche, zarówno surowe jak i po obróbce termicznej. Kształtowanie się parametrów stężenia jonów wodorowych 15 minut i 24 godziny po uboju, wskazuje, że mięso gęsi tuczonych owsem należy bardzo krótko (do 7 dni) przechowywać w stanie surowym, ze względu na możliwość wystąpienia niepożądanych zmian mikrobiologicznych.

Tucz, zarówno owsem jak i konwencjonalnie, gęsi krajowych odmian regionalnych stanowi niszową, bardzo dobrą ofertę pozyskania mięsa, spełniającego wymagania bezpiecznej żywności dla zdrowia konsumenta. Ponadto ten rodzaj działalności wpisuje się dobrze w założenia zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich.



Fot. 1. Krajowe gęsi odmian południowych: lubelskie, podkarpackie i kieleckie na pastwisku (fot. S. Nowaczewski)

Literatura

Adamski M., Wencek E., 2012. Młoda polska gęś owsiana. Tuszki i elementy młodej polskiej gęsi owsianej. Zasady produkcji. Krajowa Rada Drobiarstwa- Izba Gospodarcza, Warszawa: 30 s.

Bielińska H., Kłos K., Sandecki R., 2015. Zasady odchovu i tuczu owsianego gęsi Białych Kołudzkich®. w: Wojciechowski J. (red). Hodowla i tucz drobiu wodnego w Polsce. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Minikowo: 9-12.

Bieliński K., 1983. Technologia produkcji wytuczonych gęsi tzw. owsianych. Instytut Zootechniki, Balice: 10 s.

Broniak-Czupryna J., 2015. Sprawdzony drób ze znakiem QAFP. Biuletyn Informacyjny Agencji Rynku Rolnego, 2: 18-21.

Buchwald W., 1947. Zasady przemysłowego tuczu gęsi. Rolnicza Centrala Mięsna sp. z o.o., Warszawa: 49s.

Buzała M., Adamski M., Janicki B., 2014. Characteristics of performance traits and the quality of meat and fat in Polish oat geese. World's Poultry Sc. J., 70: 531-542.

Calik J., 2013. Populacje gęsi objęte programem ochrony zasobów genetycznych, utrzymywane w Instytucie Zootechniki PIB – stan aktualny. Wiad. Zoot., 4, 125-131.

Dybowski G., 2014. Niemiecki rynek gęsiny szansa dla polskich eksporterów. www.portalspozywczy.pl

Dz.U. z 2009 r. Nr 97, poz. 799, Ustawa z dnia 22 maja 2009 r. o funduszach promocji produktów rolno-spożywczych: 18 s.

Elminowska -Wenda G., Rosiński A., Kłosowska D., Guy G., 1997. Effect of feeding system (intensive vs. semi-intensive) on growth rate, microstructural characteristic of pectoralis muscle and carcass parameters of the Italian White Geese. *Archiv für Geflügelkunde* 61 (3): 117-119.

Gajda-Wyrębek J., 2009. Bezpieczeństwo żywności-nowe podejście Unii Europejskiej. *Przemysł Spożywczy*, 63(2), 2-5.

Gornowicz E., Lewko L., Lisowski M., Grajewski B., 2016. Gęsi lubelskie, kieleckie i podkarpackie. *Pol. Drob.*, 5: 20-22.

Gornowicz E., Lewko L., Lisowski M., Grajewski B., Zwierzyński R., 2017. Gęsi garbouse, rypińskie i pomorskie. *Polskie Drobiarstwo*, 2: 2-7.

Grau R., Hamm R., 1952. A simple method for the determination of water absorption in the meat. *Fleischwirtschaft*, 4: 295–297.

Gumułka M., Wojtysiak D., Kapkowska E., Połtowicz K., Rabsztyn A., (2009). Microstructure and technological meat quality of geese from conservation flock and commercial hybrids. *Ann. Anim. Sci.*, 9 (2): 205-213.

Haraf G., 2014. Wpływ żywienia i genotypu gęsi na cechy dysekcyjne i jakość mięsa – przegląd badań naukowych. *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 1 (12): 24-42.

Honikel K. O., 1998. Reference methods for the assessment of physocal characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49, 4, 447-457.

Kapkowska E., Gumułka M., Rabsztyn A., Połtowicz K., Andres K. 2011. Comparative study on fattening results of Zatorska and White Kołuda® geese. *Ann. Anim. Sci.*, 11: 207-217

Książkiewicz J., 2006. Rola i znaczenie rodzimych odmian gęsi objętych programem ochrony zasobów genetycznych. *Wiad. Zoot.* 4: 34-38.

Książkiewicz J., 2010. Zachowane i wymarłe rodzime rasy odmian gęsi. Część I. *Wiad. Zoot.* 1: 47-54.

Mazanowski A., 1999. Porównanie wyników tuczonych owsem 17- i 24-tygodniowych mieszańców gęsi z rodów doświadczalnych i gęsi Białych Kołudzkich. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 26 (1): 87-102.

Pietrzak D., Mierzejewska E., Mroczek J., Michalczyk M., Damaziak K., Makarski M., Adamczak L., (2013). Wpływ żywienia i płci na wybrane wyróżniki jakości mięsa gęsi Białych Kołudzkich®. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 574: 49-56.

Pikul J., 1993. Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. *Akademia Rolnicza Poznań*: 63-64.

Pohja M.S, Niinivaara F.P., 1957. The determination of water holding capacity of meat using constant pressure method. *Fleischwirtschaft*, 9, 193–195.

Rosiński A., 2000. Analiza bezpośrednich i skorelowanych efektów selekcji w dwóch rodach gęsi. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Zeszyt 309 (Praca habilitacyjna), Poznań: 107 s.

StatSoft, 2006. Elektroniczny podręcznik statystyki PL., Kraków, WEB: <http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>.

Trybulski M., 1936. Chów drobiu. Wyd. Tow. Oświaty Rolniczej Księgarnia Rolnicza, Warszawa: 177s.

Wężyk S., Rosiński A., Bielińska H., Badowski J., Cywa-Benko K., 2003. A note on the meat quality of W11 and W33 White Koluda geese strains. *Animal Science Papers and Reports*, 3(2): 191-199.

Żmija D., 2014. Zrównoważony rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich w Polsce. *Studia Ekonomiczne*, 166: 149-158.

Odnawialne źródła energii i gospodarka odpadami

The Possibilities for the Use of Biological Waste for the Production of Composts

Andrea Kaluža⁽¹⁾, Martin Kaluža⁽²⁾

¹Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

²Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Andrea Kaluža: andrea.kaluza@upwr.edu.pl

Summary

Peat plays a very important role in horticultural crops cultivation as it is a substratum for plants. It preserves proper physical features and is also a source of precious nutrients. Because of growing fears, both environmental and ecological related with peat extraction, alternative substrates are being sought and these could substitute peats used in horticultural crops, peats that are becoming more and more expensive. That is why there are such solutions being pursued that may lead to gain a material that could substitute the expensive kinds of peat. The compost made from biological waste may be one of such solutions. The process of composting allows the use of rests of plants that, as a result of transformation, undergo a transition into a valuable product that can be used as a substratum in plant production. The paramount aim of composts' production should be to gain a product that will not endanger plants or environment. It is possible to achieve this effect via providing proper conditions during the process of composting. The present article shows an overview of the results of studies related with different biological wastes' composting.

Keywords: peat, biological waste, composting

Możliwości wykorzystania bioodpadów do produkcji kompostów

Streszczenie

Torf w uprawach ogrodnich odgrywa bardzo ważną rolę jako podłoże dla roślin. Zachowuje odpowiednie właściwości fizyczne, jak również jest źródłem cennych składników odżywczych. Ze względu na wzrastające obawy zarówno środowiskowe jak i ekologiczne związane z wydobywaniem torfu, poszukuje się alternatywnych podłoży, które mogłyby zastąpić coraz to droższe torfy stosowane w uprawach ogrodnich. Dlatego dąży się do takich rozwiązań, dzięki którym możliwe byłoby uzyskanie materiału, który w pełni mógłby je zastąpić. Jednym z nich może być kompost produkowany z bioodpadów. Proces kompostowania umożliwia wykorzystanie resztek roślinnych, które w wyniku przemian ulegają przekształceniu w wartościowy produkt, który może być użyty jako podłoże w produkcji roślinnej. Nadrzędnym celem w produkcji kompostów powinno być otrzymanie produktu, który nie będzie stanowił zagrożenia dla roślin oraz środowiska. Możliwe jest to dzięki zapewnieniu odpowiednich warunków podczas przebiegu procesu kompostowania. W artykule dokonano przeglądu wyników badań związanych z kompostowaniem różnych bioodpadów.

Słowa kluczowe: torf, bioodpady, kompostowanie

1. Introduction

Nowadays, there appears a big unwillingness if it comes to the use of peat as substrates in cultivation due to the damage caused to watery ecosystems that are already endangered to a large extent. The draining of peatlands is related both to the increased intensity of organic matter decay and also excessive emission of carbon dioxide and other greenhouse gasses into the atmosphere (Jurczyk 2012) what affects negatively climatic changes that cause more and more serious environmental and ecological problems on global scale (Jayasinghea et al. 2010, Panec et al. 2011). Due to growing fears of public opinion and numerous environmental and ecological disagreements, there is an immediate need for swamplands protection and for substituting peat with other organic substrates that may be

composts produced based on easily accessible materials made from plants, compatible in the physicochemical sense, free from pathogens and environment friendly. Numerous studies show the possibility of the use of compost as substrates for plant cultivation, without causing a negative affection on plants or on the environment (Zaller 2006). Moreover, on the basis of studies, it is claimed that some of the properly composted waste of the organic origin is compatible with the requirements for peat substrates in potted plants cultivation (Morales-Corts et al. 2014). The increased interest in Europe, especially Western Europe, in the use of materials other than peat in the production of horticultural beds is related to a significant decrease of peatlands' areas in those countries, for example in Germany. In Great Britain the observations also show limiting in the use of peat for substrates used in cultivation and substituting it with materials of different origins. All this raises interest in the search for new solutions in the issue of garden soil substrates. That is why the use of compost as a partial substitute for peat in substrates used for cultivation may be economically attractive and may also contribute to the protection of already limited resources of peat globally (Moldes et al. 2007). Composting is a process during which, in a controlled environment, the decay of organic matter takes place. As an effect of this process there appears a permanent and refined product which can be used in plant cultivation as a means for enhancing soil quality and also for enriching the soil's qualities (Yusuf, Ramdhani 2016). The main and decisive factor is primarily the high content of organic matter in the final product and also the fact that basic nutritional substances are released at a lower pace (Martinez et al. 2003, Yusuf, Ramdhani 2016). The effect of composting is gaining a product that may significantly influence the development of plants through improvement of soil fertility and also delivery of valuable nutritive elements, micro- and macroelements, also contributing to enhancing the stability of the soil and reducing its density at least through enhancing the density of soil porosity. Hence, applying composts is a good solution, although, as Siuta (1999) claims, the organic fertilizer can be used once in three or four years, including the nitrogenous parameter which does not allow the use of a dose greater than 170 kilos of nitrogen N·ha⁻¹·year⁻¹ in a form of organic fertilizers. An additional limitation for the use of fertilizers produced from organic matter may be also the fact that these contain heavy metals, mainly zinc and cadmium which sometimes are able to excess the acceptable levels.

2. Discussion

The final product – the compost has to fulfill the strict requirements of a product which is fully safe for the environment and affects the growth and development of plants in a vivifying way. After the end of proper processes of transforming the products aimed for

composting, the green waste may become a perfect material to be used as substrates for cultivation (Compost Production for use in Growing Media – a Good Practice Guide 2014). On the basis of studies lead by Gondek and Filipek-Mazur (2005) it has been claimed that the fertilizing activity of a few kinds of composts – the ones produced from green waste and also of those being a commercial version of a compost prepared from plant materials and of composts made on the basis of straw - is comparable to stable manure's activity or is even better. In order to claim the described phenomenon a fact, the authors of the theory carried out vegetative studies aiming for assessing the influence of adding composts to soil intended for oats cultivation. Basing on these studies it has been described that the composts' activity has not just been limited to an improvement of plant's crop but there has also been noticed the improvement of physical, chemical and biological properties of soil. There needs to be underlined the fact that the fertilizing activity of the composts used in the studies on oats' crop was spread in time and was exposed in the second and third year of the experiment. The enhancement of the amount of grain against straw was observed as a result of organic fertilization.

The study carried out by Gavilanes-Teran and co-authors (2017) aimed for showing the possibility of substituting peat in potted cultivation with different composts from agro-industrial market. In order to carry out the study three strains of vegetables were used: marrow (*Cucurbita pepo* L. var. Mastil), tomato (*Solanum lycopersicum* L. var. Malpica) and pepper (*Capsicum annuum* L. var. Largo de Reus Pairal) – all three cultivated on nine substrates that contained composts produced from vegetative waste (flowers, broccolis and tomato waste) mixed with hens' dung and with the proper proportions of peat: 20%, 50% and 75% (volumetric percentage). In order to compare the results of the studies, a peat substratum (100%) was used as a means of control. This way it has been proved that substrates containing composts have got the physical properties close to the range of a perfect substratum. The experiments with the use of composts containing flower waste mixed with peat (in all kind of concentration) and of composts produced from tomato waste mixed with peat in the lowest concentration (25%) have proved to be the best substrates for the three vegetables' cultivation. The studies have showed that the use of agro-industrial composts may minimize extraction and use of non-renewable and depleting natural resources and may also contribute to minimizing the amount of the produced waste environmentally-friendly.

The study carried out by Balcer and Wołoszyk (2005) tried to present the influence of composts produced from biodegradable waste on contents of microelements (copper, manganese and zinc) both in plants and in soil. In order to carry out the experiment, six types

of composts were used: I -municipal sewage sludge 70% + wheat straw 30%, compost; II – sludge 35% + kitchen waste 35% + straw 30%; compost; III – sludge 70% + cocoa husk 30%, compost; IV – sludge 35% + kitchen waste 35% + cocoa husk 30%, compost; V – sludge 70% + straw 15% + cocoa husk 15%, compost; VI – sludge 35% + kitchen waste 35% + straw 15% + cocoa husk 15%. After 12-month period of time the final products were used in fertilization test plants (in the first year – the *Festulolium* grass, and in the second year – spring rapeseed whose microelements both in grains and in straw were being checked) in pot experimentations. The schema of the experimentation assumed the use of six types of composts and then two composts’ doses which, on nitrogen basis, were three times bigger than the previous dose and the use of control items (without fertilization and with NPK mineral fertilizers). In those experimentations in which composts were used the NPK fertilizers were applied in the same number as with control objects with NPK fertilizers applied. On the basis of the studies carried out, its authors claimed an increase of the amounts of zinc, copper and manganese both in *Festulolium* grasses and also in rapeseed grains and straw. Although, the second and extended dose of composts made these microelements appear in bigger amounts. Moreover, the microelements’ increase took place not only in plants but also in soil after two years of applying the compost to the soil.

Appealing to the studies carried out by Yusuf and Ramdhani (2016), it is possible to claim that for composts’ production also alien and invasive species may be used, such as *Acacia podalyriifolia*, *Litsea glutinosa*, *Hedychium gardnerianum* Roscoe and *Tithonia diversifolia*. A meaningful fact is that the plants used in the experimentation were not exposed to herbicides’ activity and their crop took place separately in order to avoid mixing harvested materials. The woody species were homogenized with the use of shredder and the herbaceous species were crumbled by hand. In order to study the growth of corn seedlings and of peas on composts produced from biological waste of invasive plants there were mixtures of four species presented made: *A. podalyriifolia* + *T. diversifolia*, *A. podalyriifolia* + *H. gardnerianum*, *L. glutinosa* + *T. diversifolia*, and *L. glutinosa* + *H. gardnerianum*. And there was also used a locally produced commercial compost made by earthworms – that was claimed a control. Basing on the studies carried out, it has been proved that, in contradiction to commercial compost, the levels of carbon dioxide and of nitrogen dioxide in composts produced from biological waste were significantly higher. And carbon or nitrogen ratios in biological waste produced composts contributed to the development of microorganisms and affected the proper plant growth. Composts produced from biological waste, characterizing with the highest quality, although they had a positive influence on plant development, did not

decide about their growth towards plants cultivated on beds containing commercial composts, but only equaled them (affected plants' growth in the same extent).

Studies conducted by Polat et al. (2009) show that it is possible to use spent mushroom compost, as a source of organic matter in greenhouse cucumber growing. Its use can contribute to soil enrichment and increase the productivity of the soil. However, it is worth to remember, that soil substrates containing composted mushrooms are not used more than once due to the fact that they lose their desirable qualities. In the experiment, different amounts of SMC were used which were left out in an open environment and kept there for a period of 6 months. The 6-month SMC and soil samples from the greenhouse were analyzed. The purpose of the study was to determine the influence of SMC on quantitative parameters as well as quality: fruit width and length, nutrition and yield content of the cucumber fruit, total soluble solids, the quality of the fruit on the whole yield. Spent mushroom compost was mixed with greenhouse soil before planting cucumber. The greenhouse soil was the control sample, and the next samples were obtained by mixing SMC with soil in the amounts of: $20 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, $40 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, $80 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$. The cucumber (cultivar "Santana") was used as the test plant, which was planted in 3820 seedlings. Each plot had. The single plot had a total of 20 seedlings. During the vegetation, there was a total of 20 sets. At three different times stock of them (the first set, the middle set and the final set) was measured total soluble solids (TSS), the width and the length of the fruit. The weight of the harvested fruits and their length, yield ($\text{kg of plant}^{-1} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), monthly yield, the number of fruits per plant, were determined by using the fruit quality classification. On the basis of research and analysis it showed that all the composts obtained from mushrooms affected that they had a higher performance than the control. The highest yield was obtained during use 40 ton ha^{-1} , then $80 \text{ tons} \cdot \text{ha}^{-1}$, and the lowest using $20 \text{ tons} \cdot \text{ha}^{-1}$ SMC. The best results on fruit width were achieved at 80 ton ha^{-1} .

In the experimentation carried out by Jamroz (2000) it has been shown that composts made from urban waste (KOM) may also become a good component for organic substrates. This result was gained basing on the studies carried out with the use of composts from urban waste appearing in different maturity phases in such numbers as: 100 t/KOM/ha , 400 t/KOM/ha that were mixed with light clay soil. The control constituted the use of commercial garden peat mixed with light clay soil without the addition of KOM. Next, the pot experimentations on lettuce were carried out. According to the studies it has been proved that the use of big doses (400 t/KOM/ha) of the compost slowed down and decreased the germination of plants and because of that also contributed to the decrease of the size of heads of lettuce, what could be noticed in the crop gained. Nevertheless, the use of 100 t KOM/ha

and 400 t/KOM/ha doses after nine months' period of composting caused a decrease in heavy metals absorption of a plant. The application of the compost after three months' period of ripening inside the substratum together with light clay contributed to the decrease of heavy metals absorption, mainly of copper, manganese, nickel, iron, and also towards the amount of these elements in plants grown on substrates containing light clay and light clay fertilized with 100 t KOM/ha dose. The latter description proves immobilization of heavy metals dependent on the amount of organic matter applied to a substratum.

3. Conclusion

In connection with the necessity of maintaining peatlands, because of environmental reasons, there is a raising pressure among gardeners and commercial farmers to substitute the peat used until now as a substratum for plant cultivation with alternative media that are environment-friendly, which are, among others - composts produced from biological waste. The high quality composts, because of their amount of nutrients (N, P, K, S, Mg), may prove to be the perfect component for the developing media which can be an economical alternative for peat. The properties of finished composts destined to be used as components for substratum will differ depending on the materials used and the applied methods. According to the studies carried out, there are cases where the mixture of two or of a bigger amount of different components is more suitable for a given substratum than a single product and will affect well the growth and the development of plants. The spent mushroom compost also has a positive effect on the growth and development of greenhouse plants such as cucumbers. It increases the organic matter in the substrate and enriches it with micro and macroelements, thus contributing to the quality and yield of the plant. As it has been shown, peat substrates may create good conditions for the plants' absorption of heavy metals, hence, the use of such substrates ought to be constantly monitored. Moreover, the lack of possibly noticed differences between the amount of heavy metals in plants cultivated on peat substrates and those cultivated on substrates containing composts produced from urban waste after nine months of ripening shows that ripe composts may be used as components of growing media.

References

Balcer K., Wołoszyk Cz., 2005. Wpływ kompostów z odpadów biodegradowalnych na kształtowanie zawartości mikroskładników w roślinach i glebie. Zeszyty naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Rolnictwo CIII, nr 589.

Erhart E., Hartl W., Putz B., 2005. Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *European Journal of Agronomy* 23, 305–314.

Gavilanes-Ter I., Jara-Samaniego J., Idrovo-Novillo J., Bustamante A., Perez-Murcia D., Perez-Espinosa A., Lopez M., Paredes C., 2017, Agroindustrial compost as a peat alternative in the horticultural industry of Ecuador. *Journal of Environmental Management* 186, 79-87.

Gondek K., Filipek-Mazur B., 2005. Agrochemiczna ocena wartości nawozowej kompostów różnego pochodzenia. *Acta Agrophysica* 5(2), 271-282.

Jamroz E., 2000. Wykorzystanie kompostowanych odpadów miejskich jako komponentów podłoży ogrodnich. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Rolnictwo* LXXVII, nr 369, 9-27.

Jayasinghea G.Y., Tokashikib Y., Arachchib I.D., Mika Arakakic M., 2010. Sewage sludge sugarcane trash based compost and synthetic aggregates as peat substitutes in containerized media for crop production. *Journal of Hazardous, Materials* 174, 700–706.

Jurczyk S., 2012. Emisja dwutlenku węgla ze zmeliorowanych gleb organicznych w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie (VII-IX): t. 12 z. 3 (39)*, 63–76.

Martinez, F., G. Cuevas, R. Calvo, I. Walter. 2003. Bio-waste effects on soil and native plants in a semiarid ecosystem. *Journal of Environmental Quality* 32, 472 – 479.

Moldes A., Cendón Y., Barral M.T., 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. *Bioresource Technology*, Volume 98, Issue 16, 3069–3075.

Morales-Corts M. R., Gómez-Sánchez M. Á., Pérez-Sánchez R., 2014. Evaluation of green/pruning wastes compost and vermicompost, slungum compost, and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae* 172, 155–60.

Siuta J., 1999. Kompostowanie i wartości użytkowe kompostu. *Materiały I Konferencji Naukowo – Technologicznej, Puławy-Warszawa*, 7-20.

Panec C., Spaccinib R., Piccolob A., Scalaa F., Bonanomia G. *Biological control*, Volume 56, Issue 2, February 2011, 115–124.

Polat E., Uzun I., Topçuoglu B., Önal K., Naci Onus A., Karaca M., 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (2), pp. 176-180.

WRAP, 2014. WRAP, 2014. Compost Production for use in Growing Media – a Good Practice Guide.

Yusuf A., Ramdhani S.&S., 2016. Maize and pea germination and seedling growth responses to compost generated from biowaste of selected invasive alien plant species. *Compost Science & Utilization*, Vol. 24, No. 1, 30-41.

Zaller J.G., 2006, Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae* 112, 191–199.

Ocena potencjalnego zagrożenia dla środowiska ze strony wybranych gospodarstw rolnych z wykorzystaniem systemu szybkiej identyfikacji

Jerzy Mirosław Kupiec⁽¹⁾

¹Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Jerzy Mirosław Kupiec: jkupiec@up.poznan.pl

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była kompleksowa analiza potencjalnego zagrożenia środowiska ze strony reprezentatywnej grupy gospodarstw rolnych, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem pod względem powierzchni, specjalizacji i intensywności gospodarowania. W analizach wykorzystano dane ankietowe z lat 2008-2014, obejmujące 404 gospodarstwa rolne. Elementy poddane ocenie bonitacyjnej podzielono na dwa moduły – produkcyjny i środowiskowy. Moduł produkcyjny uwzględniał: udział wybranych użytków rolnych oraz grup roślin uprawnych, zużycie mineralnych nawozów azotowych i fosforowych, zużycie pasz przemysłowych oraz obsadę zwierząt. W module środowiskowym oceniono: terminy wywozu nawozów naturalnych na pola, liczba dni do ich wymieszania z glebą, sposób przygotowania przemy kiszonkowej, zagospodarowanie ścieków bytowych, wielkość budowli do przechowywania nawozów naturalnych, rok budowy płyt, zbiorników oraz szamba. Zakres uzyskanych punktów w poszczególnych gospodarstwach wahał się w od 49 do 148. Przeprowadzona analiza skupień wydzieliła trzy grupy gospodarstw, które różnicowały takie elementy jak powierzchnia gospodarstwa, udział gruntów ornych i użytków zielonych, obsada zwierząt, nawożenie mineralne i zużycie pasz przemysłowych.

Słowa kluczowe: system szybkiej identyfikacji, kompleksowa ocena gospodarstw, zanieczyszczenia obszarowe

Assessment of potential threats to the environment from selected farms using the rapid identification system

Summary

The aim of the research was a comprehensive analysis of the potential threat to the environment from a representative group of farms characterized by large diversity in terms of area, specialization and intensity of production. The analysis used survey data from 2008-2014, covering 404 farms. Elements subjected to the bonitational assessment were divided into two modules - production and environmental. The production module included: the share of selected agricultural land and crop groups, consumption of mineral nitrogen and phosphorus fertilizers, industrial feed consumption and animal stocking. In the environmental module, the following were evaluated: dates of export of manures to fields, number of days to be mixed with soil, method of preparation of silage, management of domestic sewage, size of buildings for storage solid and liquid manures, year of construction of plates for solid manure, tanks and cesspool. The range of points earned in individual farms ranged from 49 to 148. The cluster analysis was done by three groups of farms, which differed from farm size, arable land and grassland, stocking density, mineral fertilization and industrial feed consumption.

Keywords: rapid identification system, comprehensive assessment of farms, non-point pollution

1. Wstęp

Rolnictwo jest działem gospodarki narodowej zarządzającym bardzo dużymi powierzchniami. Gospodarstwa rolne korzystają z zasobów naturalnych w celu osiągnięcia efektów produkcyjnych. Agroekosystemy nie są izolowaną częścią przestrzeni, są silnie powiązane z biogeosystemami i wchodzi z nimi w interakcję. Często ich stan jest uzależniony od jakości produkcji rolnej w danym regionie. Problem zanieczyszczeń obszarowych jest aktualny od kilkadziesiąt lat. Szczególnym zagrożeniem dla środowiska jest rozpraszanie

niewykorzystanych w produkcji rolnej składników pokarmowych. Emisja makroskładników do ekosystemów naturalnych może wywoływać niekorzystne zmiany fizyczne, chemiczne oraz biologiczne. Dlatego tak ważny jest monitoring gospodarstw rolnych. Jedynym narzędziem kontroli produkcji rolniczej jest bilans składników biogennych (Kupiec 2015). W krajach Unii Europejskiej oraz krajach należących do OECD jest on obowiązkowy (Rozporządzenie... 2002, Kopiński 2005). Niestety, brak standaryzacji metody, powoduje, że uzyskane wyniki są mało miarodajne i często nieporównywalne. Takie podejście może powodować niewłaściwą ocenę stanu faktycznego. Bilans składników ocenia jednak tylko fragment produkcji rolnej. Problemem jest brak kompleksowej metody oceny gospodarstw rolnych pod kątem ich potencjalnego wpływu na środowisko, który będzie uwzględniał oprócz obiegu składników szereg innych, równie ważnych parametrów, mogących przyczyniać się do pogarszania wskaźników środowiskowych.

Celem przeprowadzonych badań była kompleksowa analiza potencjalnego zagrożenia środowiska ze strony reprezentatywnej grupy gospodarstw rolnych, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem pod względem powierzchni, specjalizacji i intensywności gospodarowania.

2. Materiał i metody

Badania zostały częściowo sfinansowane z projektu badawczego NCN nr: N N305 372238. Do badań wytypowano 404 gospodarstwa rolne zlokalizowane w 294 miejscowościach, 161 gminach i 10 województwach (dolnośląskim kujawsko-pomorskim, lubelskim, lubuskim, łódzkim, mazowieckim, pomorskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim, zachodniopomorskim). Średnia powierzchnia gospodarstw kształtowała się na poziomie 47,6 ha. Spośród analizowanych gospodarstw 15% nie posiadało żadnych zwierząt. Charakterystykę gospodarstw przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych gospodarstw rolnych

Parametr	Jednostka	Zakres	Średnio
Powierzchnia gospodarstw	[ha]	1-1001	47,6
Grunty orne	[ha]	0-1000	39,8
	[%]	0-100	80,2
Trwałe użytki zielone	[ha]	0-374	6,8
	[%]	0-96	14,6
Lasy	[ha]	0-40	0,7
	[%]	0-50	1,7
Pozostałe grunty	[ha]	0-122	1,2
	[%]	0-60	2,4
Inwentarz sumarycznie	[DJP]	0-920	53*
	[DJP·ha ⁻¹]	0-0,004	17*
Bydło	[DJP]	0-758	25*
	[DJP·ha ⁻¹]	0-12	0,9*
Trzoda	[DJP]	0-920	27*
	[DJP·ha ⁻¹]	0-17	1,1*
Pozostały inwentarz	[DJP]	0-64	1*
	[DJP·ha ⁻¹]	0-3	0,04*

* średnio w gospodarstwach z inwentarzem

Źródło: opracowanie własne

Spośród wytypowanych do badań gospodarstw największą grupę stanowiły gospodarstwa średnioobszarowe z przedziału 11-50 ha (Tab. 2).

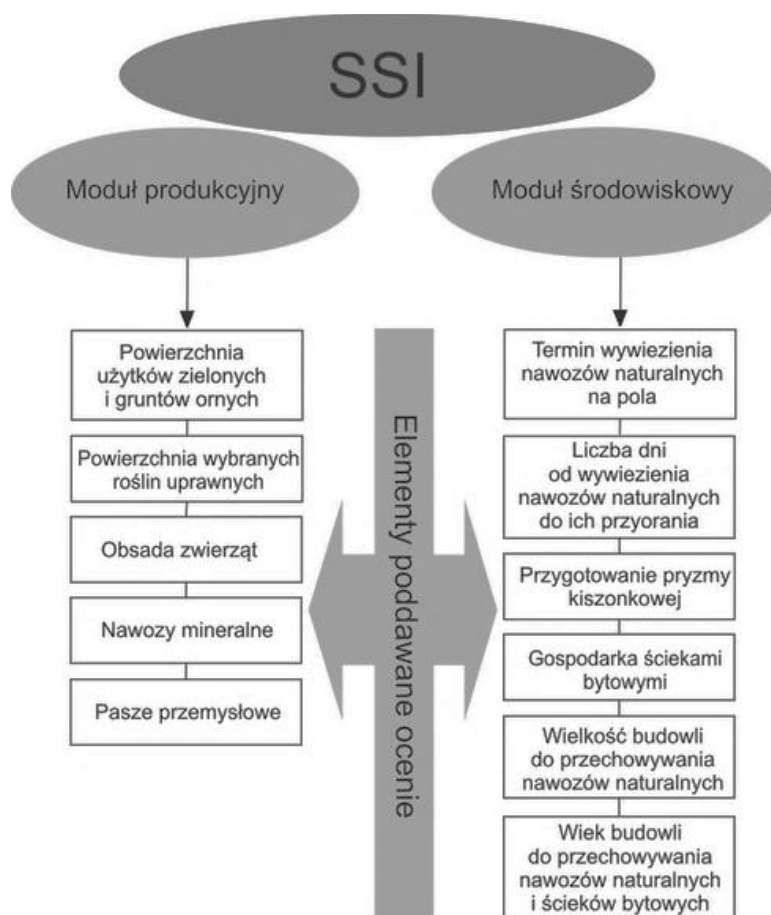
Tabela. 2. Podział badanych gospodarstw na grupy obszarowe

Przedział [ha]	Udział gospodarstw [%]
≤10	9
11-20	40
21-50	35
51-100	11
100-200	2
>200	3

Źródło: opracowanie własne

Oceny potencjalnego zagrożenia środowiska ze strony badanych gospodarstw dokonano na podstawie kompleksowej metody opierającej się na podstawowych parametrach produkcyjno-środowiskowych, mogących wpływać negatywnie na stan środowiska glebowego, wodnego, atmosferycznego oraz bioróżnorodność. Wybrane elementy skwantyfikowano z wykorzystaniem bonitacji punktowej. System punktowy opracowano tak, aby każdy rolnik mógł je wykonać we własnym gospodarstwie w stosunkowo nieskomplikowany sposób. System szybkiej identyfikacji gospodarstw (SSI) pozwala

wytypować gospodarstwa, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla jakości środowiska. Może on być wykorzystywany jako alternatywa dla kłopotliwych i trudnych często do obliczania bilansów składników biogenych, które wykonuje się na potrzeby monitoringu i kontroli jednostek rolniczych. Istotą SSI są dwa moduły: produkcyjny i środowiskowy (Rys. 1).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Budowa systemu szybkiej identyfikacji (SSI)

Moduł produkcyjny

Obejmuje elementy związane bezpośrednio z procesem produkcyjnym, a więc z produkcją roślinną i zwierzęcą (Tab. 3):

- a) struktura gruntów oraz zasiewów – niewłaściwa może nasilać niekorzystne zjawiska związane m.in. z erozją czy degradacją substancji organicznej, dlatego oceniono udział wybranych użytków i grup roślin w analizowanych gospodarstwach.

- b) obsadę inwentarza obliczono na podstawie Rozporządzenia z 2005a r. (Dz.U. 2005, nr 92, poz. 769). Ze względów środowiskowych obsada zwierząt w gospodarstwach konwencjonalnych nie powinna przekraczać 1,5 a w ekologicznych 2 DJP·ha⁻¹ (Kodeks... 2004).
- c) zużycie nawozów sztucznych oceniono wyliczając czysty składnik (NP) w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych.
- d) wykorzystanie pasz przemysłowych zawierających dużą koncentrację składników odżywczych, czy mineralnych, oceniono na podstawie zawartości w nich azotu, obliczonego na podstawie równoważnika azotowego (0,043). Został on wyliczony na podstawie średniej zawartości azotu w grupie pasz przemysłowych najczęściej rejestrowanych w gospodarstwach (Kupiec 2008):

$$Npp = \Sigma pp \times 0,043$$

gdzie:

Npp – azot w paszach przemysłowych

Σpp – suma pasz przemysłowych

Sumę azotu w paszach przeliczono na powierzchnię użytków rolnych.

Moduł środowiskowy

Moduł ten oparto o praktyki związane ze sferą organizacyjną i zarządzania w gospodarstwie (Rys. 1, Tab. 4):

- a) termin stosowania nawozów naturalnych w roku oceniono na podstawie podawanych przez rolników miesięcy wywozu na pola. Osobno oceniano termin wywożenia obornika i płynnych nawozów naturalnych. Braki wielkości budowli do przechowywania nawozów naturalnych obliczono wg wzoru:

$$B_b = Z - S$$

gdzie:

B_b – braki budowli

Z – zapotrzebowanie na: płytę (m²) lub zbiornik (m³)

S – stan obecny: płyta (m²) lub zbiornik (m³)

Zapotrzebowanie na budowle do przechowywania nawozów naturalnych obliczono na podstawie stanów średniorocznych inwentarza (Rozporządzenie... 2005b) r. Zastosowano 5% próg tolerancji ze względu na zmiany liczebności inwentarza w ciągu roku. Braki budowli wyrażone w m² lub m³ przeliczono na wartości procentowe i nadano punktację wg przedziałów (Tab. 4).

Tabela 3. Bonitacja punktowa dla analizowanych parametrów modułu produkcyjnego

Punktacja	Oceniany parametr															
	Użytki zielone	Grunty orne	Zbożowe ¹	Przemysłowe	Okopowe	Sady ²	Warzywne	Bobowate drobnonasienne	Strączkowe	Pastewne i nawozy zielone	Obsada zwierząt	Pasze przemysłowe ³	Azotowe nawozy mineralne	Fosforowe nawozy mineralne		
	%										DJP·ha ⁻¹ UR	kg N·ha ⁻¹ UR	kg P·ha ⁻¹ UR			
0	91-100		brak			brak		>50			brak		brak		brak	
1	81-90		≤10					46-50			≤0,5		≤10		≤5	
2	71-80		11-20					36-40		36-45	0,6-1,0	11-20		6-10		
3	61-70		21-30					≤10		31-35	26-35	1,1-1,5	21-30		11-15	
4	51-60		31-41					11-20		26-30	16-25	1,6-2,0	31-40		16-20	
5	41-50		41-50					21-30		21-25	<15	2,1-2,5	41-50		21-25	
6	31-41		51-60					31-41		16-20	brak	2,6-3,0	51-60		26-30	
7	21-30		61-70					41-50		11-15		3,1-3,5	61-70		31-35	
8	11-20		71-80					51-60		6-10		3,6-4,0	71-80		36-40	
9	≤10		81-90					61-70		≤5		>4,0	81-90		41-45	
10	brak		91-100					71-80		brak		91-100		45-50		
11								81-90					101-110		51-55	
12								91-100					111-120		56-60	
13													121-130		61-65	
14													131-140		66-70	
15													141-150		71-75	
16													>150		>75	
Maks.	10	10	10	10	10	10	12	10	10	6	9	16	16	16		

¹ - w tym również kukurydza, ² - z wyłączeniem sadów tradycyjnych, ³ - wg równoważnika azotu

Źródło: zestawienie własne

Tabela 4. Bonitacja punktowa dla analizowanych parametrów modułu środowiskowego

Punktacja	Parametr							
	Termin stosowania obornika	Termin stosowania płynnych nawozów naturalnych	Braki wielkości płyty	Braki wielkości zbiornika na gnojówkę / gnojowicę	Budowa płyty obornikowej	Zbiornik na płynne nawozy naturalne	Zbiornik na ścieki bytowe	Czas od wywozu do przyorania nawozów naturalnych
	miesiące		%		rok			dni
0	nie dotyczy		nie dotyczy		nie dotyczy			nie dotyczy
1	III		6-15		2010-2020			0
2	IV		16-25		2001-2010			1
3	V		26-35		1991-2000			2
4	VI		36-45		1981-1990			3
5	XII-IX		46-55		1971-1980			4
6	X-II		56-65		1961-1970			>4
7			66-75		1951-1960			
8			76-85		<1951			
9			86-95		brak budowli			
10			96-99					
11			brak budowli					
Maks.	6	6	11	11	9	9	9	6

¹ - wg równoważnika azotu

Źródło: zestawienie własne

- b) wiek budowli oceniano na podstawie roku ich budowy. Jak wynika z własnych obserwacji, im starsze budowle do przechowywania nawozów naturalnych i ścieków bytowych, tym bardziej zaniedbane. Główny problem to brak okresowej konserwacji, jak również parametry jakościowe i ilościowe, nieodpowiadające dzisiejszym wymaganiom środowiskowym,
- c) okres od wywiezienia do przyorania nawozów naturalnych rolnicy podawali w dniach,
- d) sposób przygotowania kiszonki - za najbardziej bezpieczny uznano przygotowanie przemy na betonowej podsadzce ze zbiornikiem na odcieki (Kodeks... 2004) (Tab. 5).
- e) sposób zagospodarowania ścieków bytowych - surowe ścieki bytowe stanowią duże zagrożenie zarówno fizyko-chemiczne, biologiczne oraz sanitarne, a więc nie powinny być wykorzystywane rolniczo. Zagospodarowanie ścieków związane z posiadaniem szamba i ewentualnymi odciekami z tytułu nieszczelności uznano za najmniej bezpieczne.

Tabela 5. Bonitacja punktowa za przygotowanie przyzmy kiszonkowej oraz gospodarkę ściekami bytowymi

Wyszczególnienie	Punktacja
<i>Sposób przygotowania przyzmy kiszonkowej</i>	
Nie dotyczy	0
Betonowa podsadzka ze zbiornikiem na odcieki	0
W rękawach foliowych	1
Betonowa podsadzka bez zbiornika na odcieki	2
Na ziemi odizolowanej folią	3
Na ziemi bez izolacji	4
Maksimum	4
<i>Sposób zagospodarowanie ścieków bytowych</i>	
Oczyszczalnia przydomowa	0
Kanalizacja	0
Oczyszczalnia lub odbiór przez służby komunalne	1
Rolnicze zagospodarowanie	3
Maksimum	3

3. Wyniki badań

Sumaryczna liczba przyznanych punktów w poszczególnych gospodarstwach wahała się w zakresie od 49 do 148 (średnio 96). Najmniejszą ich ilość otrzymywały gospodarstwa bez zwierząt, a największą z trzodą chlewną (Tab. 6), co wskazuje na potencjalnie częstsze przekraczania standardów środowiskowych w tej grupie gospodarstw.

Tabela 6. Ocena punktowa wg grup specjalizacyjnych

Zakres punktowy SSI	Udział gospodarstw [%]	Udział grup specjalizacyjnych [%]							
		GR	G < 0,15	GB	GT	GB/GT	GT/GB	GD	GK
<60	4	88	6	6	-	-	-	-	-
61-80	21	49	6	34	5	2	2	1	1
81-100	34	14	4	35	28	11	7	1	-
101-120	29	-	5	42	36	8	9	1	-
>120	12	-	-	23	64	6	2	4	-

GR – gosp. bez zwierząt

G < 0,15 – gosp. z obsadą poniżej 0,15 DJP·ha⁻¹

GB – gosp. specjalizujące się w chowie bydła

GT – gosp. specjalizujące się w chowie trzody

GB/GT gosp. z bydłem > 50% udziału i trzodą > 30% udziału

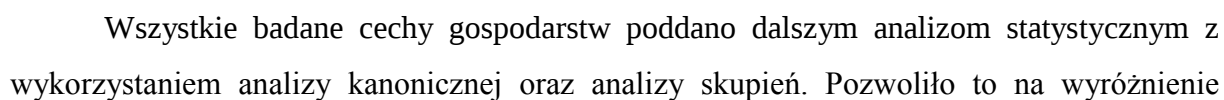
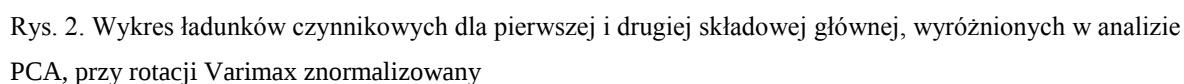
GT/GB gosp. z trzodą > 50% udziału i bydłem > 30% udziału

GD – gosp. z chowem drobiu

GK – gosp. z chowem koni

Źródło: analizy własne

Przeprowadzona analiza czynnikowa składowych głównych (PCA) pozwoliła na wyodrębnienie cech wzajemnie ze sobą powiązanych. Jak widać na rysunku 2 gospodarstwa specjalizujące się w chowie trzody chlewnej (GT) były skorelowane z obsadą zwierząt



trzech grup gospodarstw (A, B i C, Rys. 3). Gospodarstwa, które wydzielono w analizie kanonicznej jako różniące się od pozostałych, weszły w poczet grupy A, wydzielonej w analizie skupień. Cechą charakterystyczną tej grupy były gospodarstwa o dużych powierzchniach, ukierunkowane na tucz trzody chlewnej.

Duża intensywność produkcji w tych gospodarstwach przejawiała się przede wszystkim wysokim zużyciem pasz przemysłowych, które było 19 razy większe niż w gospodarstwach z grupy B, a obsada inwentarza przekraczała 4 DJP·ha⁻¹ (Tab. 7). Gospodarstwa te otrzymały też największą ilość punktów wg SSI.

Gospodarstwa z grupy B to gospodarstwa pięciokrotnie razy mniejsze niż przynależące do grupy A. W tych gospodarstwach największy był odsetek użytków zielonych, co było związane z przewagą gospodarstw mlecznych (Tab. 8). Zużycie nawozów i pasz przemysłowych kształtowało się na najniższym poziomie, podobnie jak obsada, która była najniższa w porównaniu do pozostałych analizowanych grup. Te gospodarstwa otrzymywały najniższą ilość punktów SSI (Tab. 7).

Tabela 7. Różnice pomiędzy wydzielonymi grupami gospodarstw na podstawie najbardziej różnicujących cech oraz wyniki bonitacji punktowej w grupach

Grupa	PG	GO	TUZ	N min ¹	P min ²	N pasz ³	Obsada	SSI	
	[ha]			[kg·ha ⁻¹]			[DJP·ha ⁻¹]	średnio	mediana
A	220,9	92,2	8,5	87	15	500	4,3	105	109
B	41,5	77,0	18,7	16	3	27	1,3	87	88
C	33,5	81,6	11,8	169	21	40	1,4	101	102

¹ azot z nawozów mineralnych, ² fosfor z nawozów mineralnych, ³ azot z pasz przemysłowych

Źródło: analizy własne

Grupa C to gospodarstwa najmniejsze, o wyrównanym udziale specjalizujących się w chowie bydła oraz trzody (Tab. 8). Zużywały one największą ilość nawozów mineralnych - w przypadku azotowych było to dziesięciokrotnie więcej niż w gospodarstwach z grupy B. Ilość punktów na podstawie systemu szybkiej identyfikacji była również duża i przekraczała 100.

Tabela 8. Różnice pomiędzy wydzielonymi grupami gospodarstw na podstawie specjalizacji produkcji

Grupa	Udział grup specjalizacyjnych* [%]								
	GB	GT	GD	GK	GB/GT	GT/GB	GO/GT	G < 0,15	GR
A	9	57	0	0	4	4	0	4	22
B	42	21	2	0	6	5	0	5	18
C	31	30	1	0	8	6	0	4	19

* skróty wyjaśniono w tabeli nr 6

Źródło: analizy własne

4. Dyskusja

Kompleksowe podejście do oceny gospodarstw rolnych pod kątem ich wpływu na różne elementy ekosystemu, ma swoje uzasadnienie w kontekście ochrony zasobów naturalnych i podnoszenia standardów środowiskowych w gospodarstwach rolnych. Wdrażanie założeń Dyrektywy Azotanowej, Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Ściekowej, ale także zobowiązań wynikających z członkostwa Polski w OECD, HELCOM, czy zasad Zrównoważonego rozwoju, jest wymogiem, który Polska musi konsekwentnie realizować. System szybkiej identyfikacji został ukierunkowany przede wszystkim na aspekty związane z rozpraszaniem składników pokarmowych. Szczególne znaczenie w tym przypadku mają środki produkcji zawierające azot i fosfor wykorzystywane w uprawach roślinnych jak i chowie zwierząt. Te dwa makroskładniki mają największy wpływ na niekorzystne zmiany zachodzące w ekosystemach naturalnych. Jak twierdzą niektórzy autorzy powinno się dążyć do uszczelniania agroekosystemu (Sosulski i Łabętowicz 2007). Należy również pamiętać o wewnętrznych źródłach zanieczyszczeń biogenami, wynikających z gospodarki ściekami, nawozami naturalnymi, czy przygotowaniem pasz (Myczko i in. 2009, CDR 2012, Kupiec i in. 2015). Trzoda chlewna stanowi duże zagrożenie dla środowiska wynikające przede wszystkim z wytwarzania odchodów (Marszałek i in. 2011). Dodatkowe negatywne oddziaływanie związane jest z emisją różnych gazów do atmosfery (Tofant i in. 2003).

Badania potwierdziły wyższy stopień zagrożenia ze strony gospodarstw posiadających produkcję zwierzęcą. Te gospodarstwa otrzymywały zdecydowanie większą ilość punktów, co potwierdza skuteczność systemu szybkiej identyfikacji w typowaniu gospodarstw mogących wpływać negatywnie na środowisko. Gospodarstwa prowadzące tylko produkcję roślinną mogą stwarzać zagrożenie wynikające głównie z modułu produkcyjnego. W module środowiskowym w tych gospodarstwach brana była pod uwagę jedynie gospodarka nawozami

naturalnymi pochodzącymi z zakupu (termin aplikacji na polu oraz okres od aplikacji do przyorania). Jednak był on rzadko notowany. Dodatkowym parametrem w module środowiskowym ocenianym w gospodarstwach bez inwentarza było zagospodarowanie ścieków bytowych. Nadal zdarzają się przypadki rolniczego wykorzystania surowych ścieków bytowych, w których może występować szereg zanieczyszczeń organicznych jak i nieorganicznych, w tym substancje biogenne, specyficzne, metale ciężkie, czy zanieczyszczenia biologiczne. Warunki rolniczego wykorzystania ścieków precyzuje ustawa Prawo wodne (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229), Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2006 r. (Dz. U. Nr 137, poz. 984, z późn. zm.) oraz Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej (2004). Spośród badanych gospodarstw 12% rozlewało surowe ścieki na polach.

Bardzo ważnym elementem w produkcji zwierzęcej są pasze przemysłowe. W ostatnich kilkunastu latach nastąpiły duże zmiany w tym zakresie. Pasze produkowane w gospodarstwach rolnych są w coraz większym stopniu zastępowane przez pasze wytwarzane przez przemysł. Mimo ich wysokiej ceny, mają one wyższą wartość paszową, ze względu na dużą koncentrację składników pokarmowych. W Polsce produkcja pasz przemysłowych wykazuje tendencję wzrostową. W latach 2000-2014 ich produkcja wzrosła o ok. 101%. Trzoda chlewna jest na drugim miejscu, po drobiu, jeśli chodzi o spożycie tego typu pasz (Urban 2015). Potwierdzają to wyniki niniejszych badań, w których wykazano bardzo wysokie zużycie pasz przemysłowych w gospodarstwach specjalizujących się w chowie trzody. Zdecydowana większość analizowanych gospodarstw pochodziła z Wielkopolski, w której udział hodowców trzody jest znaczny.

Zużycie azotowych nawozów mineralnych w analizowanych gospodarstwach było bardzo wysokie. W dwóch grupach gospodarstw (A, C) przekraczało, niekiedy znacznie, średnie wartości podawane dla kraju przez GUS za lata 2006-2016 ($65-81 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Podobnie wyglądała sytuacja w przypadku fosforu. Średnie zużycie tego składnika w sezonach 2006-2016 w kraju wyniosło od 9 do $12 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ (GUS 2017). W gospodarstwach z grup A i C zużywano więcej nawozów fosforowych. Gospodarstwa te uzyskiwały najwyższą ilość punktów SSI, co potwierdza trafność dobranej metodyki i skali punktowej.

5. Wnioski

1. Przeprowadzona szczegółowa analiza wybranych gospodarstw rolnych wykazała, że największy problem, w kontekście wpływu na środowisko stanowią gospodarstwa duże, posiadające wysoką obsadę zwierząt. Gospodarstwa te otrzymały największą ilość punktów wg kompleksowej oceny SSI.

2. Jak wykazały badania w grupie gospodarstw o średniej wielkości, kształtującej się na poziomie ok. 34 ha zanotowano największe zużycie nawozów mineralnych N i P. Nawożenie azotowe było niekiedy nawet 10-krotnie wyższe niż w pozostałych grupach gospodarstw. Te gospodarstwa otrzymywały również dużą ilość punktów SSI.
3. Największą ilość przydzielonych punktów otrzymały gospodarstwa specjalizujące się w chowie trzody chlewnej. Były to gospodarstwa duże powierzchniowo oraz z wysoką obsadą inwentarza. Tutaj też rejestrowano największe braki w budowlach do przechowywania nawozów naturalnych i najwyższe zużycie pasz przemysłowych.
4. Jak wykazały badania system szybkiej identyfikacji pozwala na selekcję gospodarstw, które mogą mieć potencjalnie negatywny wpływ na środowisko, w tym na jakość wód. Gospodarstwa o wysokim zużyciu wybranych środków produkcji oraz stosujących niewłaściwe praktyki rolnicze otrzymywały najwyższą ilość punktów.

Literatura

CDR w Brwinowie. 2012. Dostosowanie gospodarstwa rolnego do minimalnych wymogów wzajemnej zgodności oraz do warunków bezpieczeństwa i higieny pracy. http://www.cdr.gov.pl/pol/do_pobrania/poradnik_metodyczny.pdf [dostęp 13.04.2017].

GUS 2017. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2015/2016. Warszawa. <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/rolnictwo/srodki-produkcji-w-rolnictwie-w-roku-gospodarczym-20152016,6,13.html> [dostęp 15.03.2017].

Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. 2004. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. Duer I., Fotyma M., Madej A. (red.): 93.

Kopiński J., 2005. Regionalne zróżnicowanie bilansu azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 1999-2003, [w:] Nawozy i nawożenie, W. Lipiński, M. Fotyma red., IUNG, Puławy, 2(23), 84-93.

Kupiec J. 2008. Ocena bilansu składników biogenych (NPK) jako podstawy monitoringu produkcji rolnej w aspekcie ochrony środowiska. Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.

Kupiec J. M. 2015. Przegląd metod bilansowania makroskładników NPK w produkcji rolnej. Inżynieria i Ochrona Środowiska. 8, 3: 323-342.

Kupiec J. M., Oliskiewicz-Krzywicka A., Stachowski P. 2015. Ocena wybranych elementów gospodarki wodno-ściekowej i obciążenia użytków rolnych makroelementami ze ścieków bytowych w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. Annual Set The Environment Protection: 17: 1017-1033.

Marszałek M., Banach M., Kowalski Z. 2011. Wpływ gnojowicy na środowisko naturalne – potencjalne zagrożenia. *J. Ecol. Health*, 15, 2: 66-70.

Myczko A., Lenarczyk J., Rudnik K. 2009. Metody magazynowania nawozów naturalnych w gospodarstwach rolnych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. 9, 1(25): 39-48.

Rozporządzenia z dn. 10 maja 2005a r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. 2005, nr 92, poz. 769).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych, (Dz.U. Nr 4, poz. 44 z dnia 15 stycznia 2003 r.).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. Nr 137, poz. 984, z późn. zm.)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005b r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich (Dz.U. 2005 nr 17 poz. 142).

Sosulski T., Łabętowicz J. 2007. Oszacowanie rozpraszania azotu z rolnictwa polskiego do atmosfery oraz wód powierzchniowych i gruntowych. *Postępy Nauk Rolniczych*. 5: 3-19.

Tofant A., Pavicić Z., Matković K., Hadina S., Križanić J. 2003. Pig slurry hygienization with hydrogen peroxide-silver complex an environmentally acceptable disinfectant. *Veterinarski Archiv*; 73 (6):345-353.

Urban S. 2015. Zmiany w produkcji pasz treściwych w Polsce. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki Naukowe*. 12, 5: 307-311.

Ustawa z dn. 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229).

Potencjał produkcyjny rzepaku do wytwarzania bioetanolu w gminie Myślibórz

Edyta Saran⁽¹⁾, Andrzej Łysko⁽¹⁾, Elżbieta Dusza⁽¹⁾, Elżbieta Zaborowska⁽²⁾

¹Katedra Ekologii, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

²autor zewnętrzny

Edyta Saran: edyta.saran@zut.edu.pl

Streszczenie

Dostępne obecnie zasoby paliw kopalnych zaczynają maleć, co niesie za sobą nie tylko ograniczenie ich zużycia, ale i wzrost ich ceny. Jest to także składowa wpływająca na poszukiwanie alternatywnych rozwiązań napędu pojazdów maszynowych, m.in. biopaliw. Głównym celem pracy jest oszacowanie możliwości produkcyjnych rzepaku przetwarzanego na bioetanol oraz wskazanie lokalizacji przestrzennej potencjalnych terenów jego upraw w gminie Myślibórz (woj. zachodniopomorskie). W tym celu ustalono klasy bonitacyjne oraz kompleksy przydatności rolniczej terenu objętego badaniami. Dodatkowo do określenia wybranych wskaźników potencjału produkcyjnego rzepaku wykorzystano system GIS, przy pomocy którego wykonano poszczególne opracowania kartograficzne oraz określono powierzchnię arealów. Wyniki wykazały, iż maksymalna i ekonomicznie uzasadniona dostępność obszarów dla produkcji rzepaku z przeznaczeniem na biopaliwo oscyluje w granicach 3500 ha i pozwala na wytworzenie ok. 3 mln litrów biopaliwa. Stwierdzono także, iż gmina Myślibórz posiada korzystne warunki środowiskowe i gospodarcze do produkcji paliw alternatywnych.

Słowa kluczowe: rzepak, biopaliwo, potencjał produkcyjny

Rapeseed production potential to obtain bioethanol in the commune of Myślibórz

Summary

Currently available fossil fuel resources are starting to decrease, which entails not only the reduction of its consumption, but also increase their prices. It is also a component affecting the search for alternatives to vehicle propulsion machinery, including biofuels. The main purpose of this work was to estimate production capacity of rapeseed on bioethanol and the location of the spatial potential of crops in the commune of Myślibórz (West Pomeranian Region). For this purpose classes and complexes of agricultural suitability of the land were established. Moreover, to determine selected indicators used GIS system, thanks to which it was possible to create maps and convert the surface of areas. Results show that the maximum availability and economically viable areas for the production of this branch of agriculture fluctuates around 3,500 ha and allows to produce of approx. 3 mln liters of biofuel. It was concluded that commune of Myslibórz has favorable environmental and economical conditions to produce alternative fuels.

Keywords: rapeseed, biodiesel, production potential

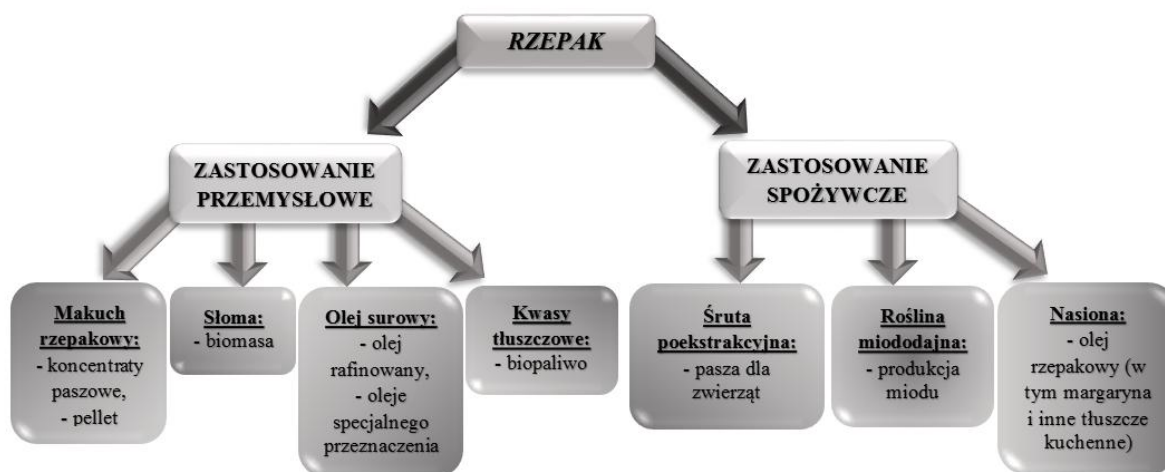
1. Wstęp

Energia ze źródeł odnawialnych, w tym biopaliwa stają się coraz częściej pozytywnie postrzeganą dziedziną sektora energetyki. Obecnie alternatywne źródła energii stanowią wyzwanie dla wszystkich krajów Unii Europejskiej, w tym także dla Polski. Jednym z największych staje się pozyskiwanie biopaliw. Aktem prawnym regulującym statut odnawialnych dodatków do paliw jest ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych, którą uchwalono po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Jest ona implementacją Dyrektywy UE 2003/30/EC w sprawie wspierania użycia

w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych, która zobowiązuje wszystkie państwa członkowskie do wzrostu udziału biokomponentów na rynku paliw używanych w transporcie.

Uchwalane i funkcjonujące akty prawne mają za zadanie przyczynić się do promocji biopaliw, a także do zwiększenia ich udziału w zużywaniu przez człowieka paliw płynnych (nieodnawialnych), a więc ograniczenia negatywnego antropogenicznego wpływu na środowisko naturalne.

W naszym kraju największe znaczenie w produkcji tłuszczów pochodzenia roślinnego ma rzepak, którego powierzchnia zasiewu w 2015 roku wynosiła 947,1 tys. ha, a plon 28,5 dt/ha (GUS 2016). Rzepak (*Brassica napus* L.) jest rośliną jednoroczną, należącą do rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*), uprawianą w strefie umiarkowanej, jako roślina pastewna i oleista. W dzisiejszych czasach rzepak znalazł zastosowanie nie tylko jako źródło oleju roślinnego, ale i paszy dla zwierząt. Obecnie jego przydatność poszerzyła się m.in. o produkcję biopaliw.



Rys. 1. Główne sposoby wykorzystywania rzepaku (opracowanie własne na podstawie dostępnych danych literaturowych)

Czynnikami, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze konkretnej odmiany rzepaku do produkcji biopaliwa są (Tys i in., 2003):

- warunki klimatyczne i glebowe danego rejonu,
- występujące wielkości plonów nasion,
- zawartość oleju w nasionach,
- odpowiednia jakość gleby.

Rzepak ma dość wysokie wymagania glebowe, gdyż zadowalające plony można osiągać wyłącznie na dobrych glebach, do których zaliczyć należy: czarnoziemy, gleby

brunatne, gleby napływowe (Tys i in., 2003). Dodatkowo pożądanymi utworami są gleby przynależne do I – III klasy przydatności rolniczej, które odznaczają się dobrą kulturą rolną i odczynem od lekko kwaśnego do obojętnego (Rosiak, 2006).

Ważnym czynnikiem wpływającym na opłacalność produkcji jest wielkość plonów. Przyjmując stosunek nasion 1:2,4 można wyliczyć końcowy plon biomasy rzepaku ozimego (Tab. 1).

Tabela 1. Kształtowanie się plonu nadziemnej suchej masy rzepaku ozimego w zależności od zakładanego plonu nasion (opracowanie własne na podstawie Juliszewski i in., 2007)

PLON [t/ha]											
nasion	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
słomy	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4
nadziemnej biomasy	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0	18,7	20,4

Niestety nie każde nasiona rzepaku nadają się do produkcji biopaliwa. Te najbardziej wydajne muszą spełniać pewne podstawowe kryteria jakościowe, m.in.: wilgotność <8%, zanieczyszczenia <2% wagowo, a także liczba uszkodzonych nasion w partii przeznaczonej do siewu powinna być mniejsza niż 1% (Juliszewski i in., 2007).

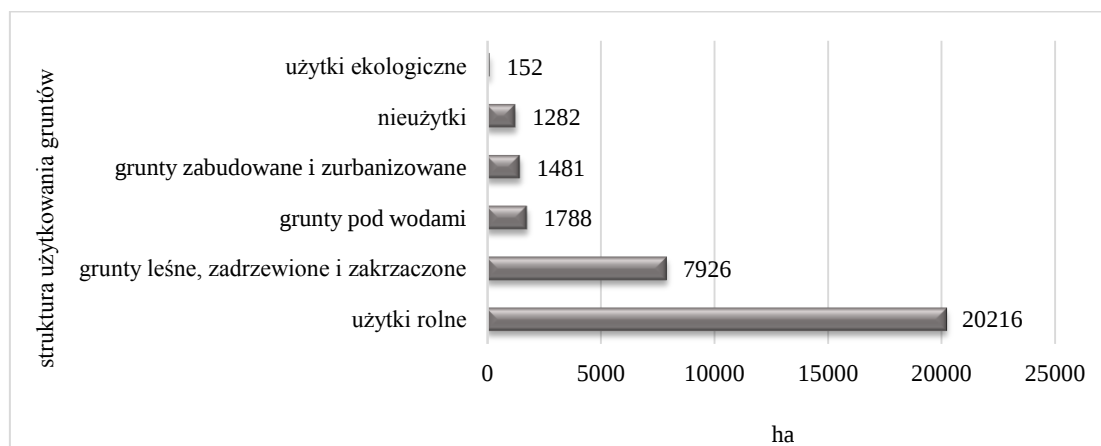
Całkowitą ilość bioetanolu wyprodukowanego z rzepaku można obliczyć posługując się wskaźnikami podawanymi przez Krajową Izbę Biopaliw - bilans produkcji biopaliwa wynosi około 300 litrów z 1 Mg rzepaku. Powstałe w ten sposób biopaliwo może być wykorzystane na dwa sposoby:

- w postaci czystej jako paliwo silnikowe,
- zmieszane z olejem napędowym w dowolnych proporcjach jako dodatek do paliwa:
 - tzw. B20 (20% biodiesla i 80% oleju napędowego),
 - tzw. B80 (80% biodiesla i 20% oleju napędowego),
 - inne mieszanki estrów i oleju napędowego.

2. Materiał i metody

Analizą potencjału produkcyjnego bioetanolu z rzepaku objęto gminę Myślibórz zlokalizowaną w południowo-zachodniej części województwa zachodniopomorskiego. Ogólna powierzchnia gminy wynosi 32 867 ha, z czego gospodarstwa rolne zajmują 61,5% powierzchni ogólnej terenu (20 216 ha) (Rys. 2). W 2013 roku na terenie gminy istniało 1207 gospodarstw rolnych. Wśród nich dominowały gospodarstwa małe do 10 ha – 78%. Duży

odsetek stanowiły również gospodarstwa o powierzchni 10–20 ha, stanowiące 11,6% wszystkich gospodarstw.



Rys. 2. Struktura użytkowania gruntów w gminie Myślibórz (opracowanie własne na podstawie Strategii Rozwoju Miasta i Gminy Myślibórz na lata 2014-2020)

Do określenia wybranych wskaźników potrzebnych w analizach potencjału produkcyjnego rzepaku wykorzystano system GIS, w którym wykonano poszczególne mapy oraz przeliczono powierzchnię arealów. Powierzchnię pól obliczono za pomocą digitalizacji ekranowej zdjęć lotniczych wykonanych w skali 1:10 000 skalibrowanych i zrektyfikowanych do układu odniesienia GUGiK 1992. Dodatkowo za pomocą map glebowo rolniczych w skali 1:5000 ustalono klasy bonitacyjne i kompleksy przydatności rolniczej. Poszczególne prace prowadzono w programie QGIS.

W pracy wykorzystano następujące kryteria oceny arealów dla intensywnej uprawy rzepaku:

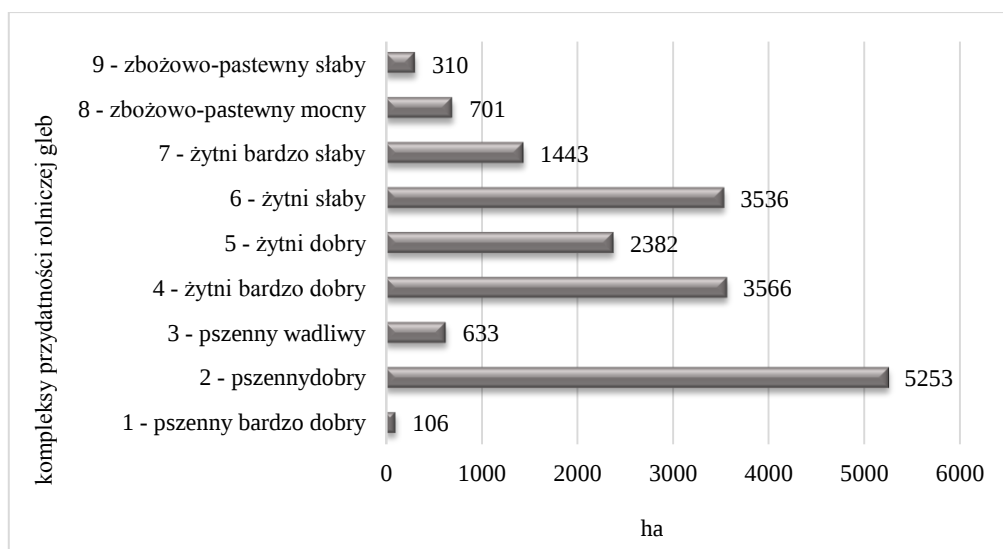
- gleby dobrej jakości tj. klasa bonitacyjna I-III,
- występowanie dużych zwartych powierzchni rolnych umożliwiających zapewnienie jak największej produkcji,
- charakterystykę wybranych właściwości rzepaku (Tab. 2).

Tabela 2. Charakterystyka rolnicza rzepaku (opracowanie własne na podstawie Roszak, 1997)

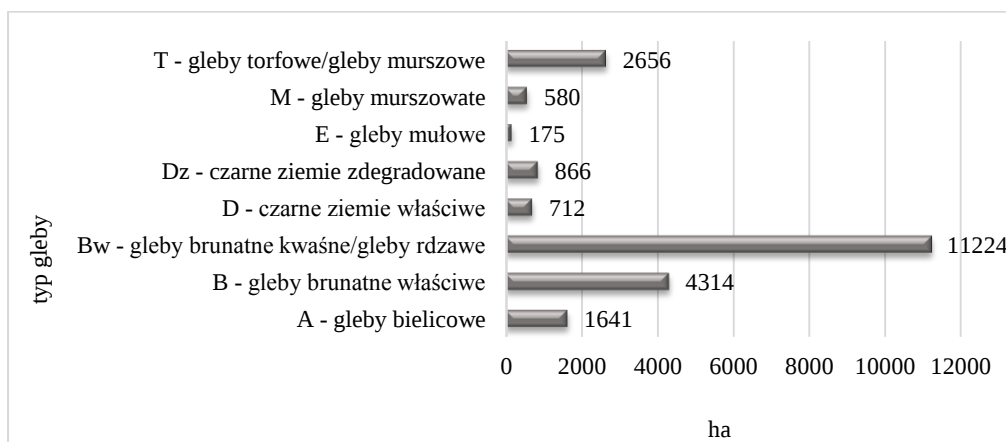
ROŚLINA	Termin siewu	Głębokość przykrycia [cm]	Ilość wysiewu [kg · ha ⁻¹]	Rozstaw rzędów [cm]	Termin zbioru	Średni plon nasion [t · ha ⁻¹]
Rzepak jary	IV – VI	1 – 2	8 – 12	25 – 30	VIII	0,8 – 1,6
Rzepak ozimy	VIII	1 – 2	6 – 10	30 – 40	VI – VII	1,2 – 3,5

3. Wyniki

Pod względem bonitacyjnym w gminie Myślibórz, dominują gleby klasy II, IV oraz VI klasy (Rys. 3). Natomiast dominującym typem gleb na obszarze gminy Myślibórz są gleby brunatne kwaśne/gleby rdzawe (Bw) oraz gleby brunatne właściwe (B) (Rys. 4).



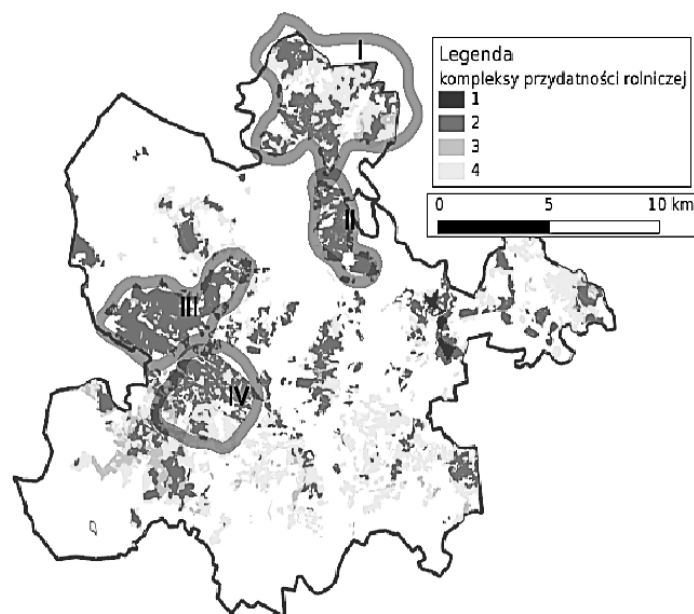
Rys. 3. Kompleksy przydatności rolniczej w gminie Myślibórz (opracowanie własne na podstawie map glebowo-rolniczych, WGiK)



Rys. 4. Powierzchnia typów gleb w gminie Myślibórz (opracowanie własne na podstawie map glebowo-rolniczych, WGiK)

Na podstawie map glebowo rolniczych, wytypowano na terenie badań cztery obszary (Rys. 5) spełniające dwa podstawowe kryteria mające znaczenie dla intensywnej uprawy rzepaku, mianowicie:

- dostępność dobrej jakości gleb (kompleksy przydatności rolniczej I-III),
- występowanie zwartych pól o znacznej powierzchni przekraczającej co najmniej 15 ha.

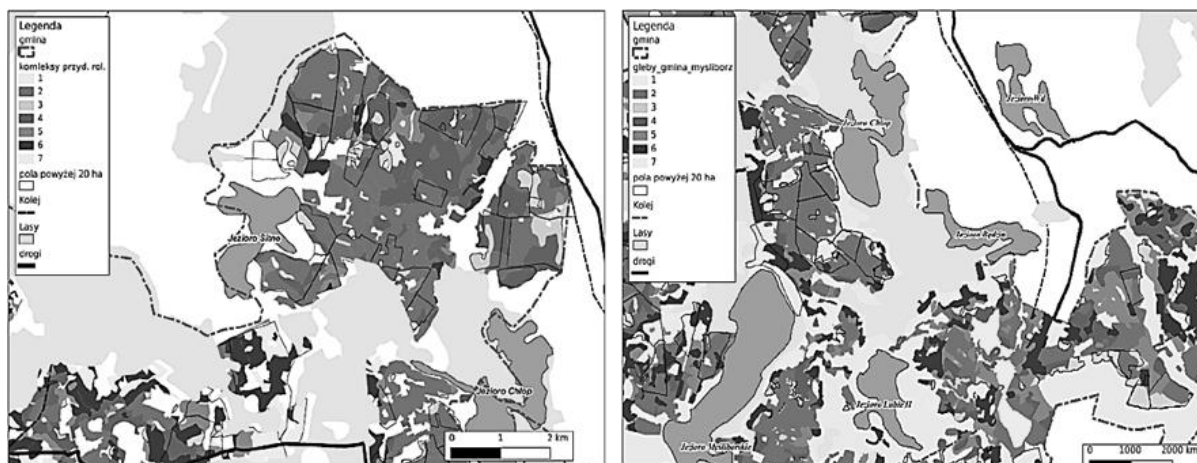


Rys. 5. Obszary przydatności rolniczej występujące w gminie Myślibórz (opracowanie własne)

Obszar I i II

Obszar I (Rys. 6) posiada około 17 000 ha potencjalnego arealu spełniającego założone kryteria dla uprawy rzepaku. Średnia wielkość pól oscyluje w granicach 15 ha, przy czym występuje tutaj znaczny udział powierzchni mniejszych poniżej tej wielkości. Po stronie zachodniej duże konglomeraty rolne zapewniają obszar doskonale nadający się do tego typu upraw. Największe obszarowo pole posiada wielkość ok. 244 ha, co wystarcza do wyprodukowania ok. 854 ton rzepaku.

W obrębie obszar II (Rys. 6) zgadującego się w północno – centralnej części gminy występuje mniejszy areal dostępny pod uprawę rzepaku (ok. 500 ha). Zaznacza się tutaj znaczny udział jednolitych pod względem wielkości pól o areale oscylującym w granicach 50 ha.



Rys. 6. Gmina Myślibórz – obszar I i II (opracowanie własne)

Obszar III i IV

W obszarze III (Rys. 7) średnia wielkość pól jest najwyższa i wynosi około 70 ha, a największe z nich zajmuje powierzchnię niemalże 200 ha. Podobnie jak w przypadku obszaru drugiego teren ten charakteryzuje małe rozdrobnienie pól uprawnych, a także znaczny udział gleb przynależnych do 2 kompleksu przydatności rolniczej.

Obszar IV (Rys. 7), pomimo dużego udziału gleb potencjalnie dobrych, jest najmniej korzystny do uprawy rzepaku z punktu widzenia założonych kryteriów. Charakterystyczne jest tutaj znaczne rozdrobnienie pól oraz ich rozproszenie, co utrudnia prowadzenie zintegrowanej intensywnej gospodarki rolnej.



Rys. 7. Gmina Myślibórz – obszar III i IV (opracowanie własne)

Plonowanie rzepaku na cele energetyczne podlega określonym rygorom jakościowym, które o wiele łatwiej spełnić w jednolitej uprawie dużych pól niż małych, gdyż:

- używanie maszyn rolniczych na małych arealach jest nieopłacalne w związku z ponoszonymi kosztami ich użycia,
- mało obszarowe uprawy w większym stopniu odczuwają szkody powodowane przez szkodniki i złe warunki pogodowe, są znacznie bardziej podatne na zmiany klimatyczne.

Optymalnym rozwiązaniem jest więc uprawa rzepaku na cele bioenergetyczne na polach o znacznie większych arealach.

Czynnikiem powodującym udane plonowanie jest klimat. Niewielka odległość od morza, a także dość duże połacie lasów powodują, że gmina Myślibórz charakteryzuje się klimatem określanym jako klimat umiarkowany (Strategia Rozwoju Miasta i Gminy Myślibórz na lata 2014-2020):

- ilość dni z temperaturą powyżej 3°C - około 240 dni,
- ilość dni, tzw. wegetacyjnych, z temperaturą powyżej 5°C - około 210 dni,
- średnie roczne sumy opadów wahają się w granicach 400 – 500 mm.

Łagodny klimat gminy z dość dużą wilgotnością wpływa dodatnio na produkcję rzepaku. A zatem po przeprowadzeniu analiz możliwości produkcyjnych należy stwierdzić, że w gminie Myślibórz stosując zadane kryteria możemy przeznaczyć pod uprawę rzepaku maksymalnie 3500 ha. Wielkość tę kształtuje jakość bonitacyjna gleb i warunki przestrzenne rozmieszczenia i wielkości pól uprawnych.

4. Dyskusja

Coraz częstszym sposobem na polepszenie swojego statusu przez producentów rolnych jest zagospodarowywanie plonów, a szczególnie ich nadwyżek w nowatorski sposób, lub przestawianie produkcji na inne niż do tej pory produkty. Taka produkcja powinna mieć swój początek w rozważaniach o jej opłacalności (Tab.3).

Z zestawienia wynika, iż opłacalność uprawy rzepaku niestety nie jest za wysoka. Wprawdzie będzie wymagała sporo pracy i stosowania różnych zabiegów agrotechnicznych, jednak aby uzyskane plony przynosiły zyski należy zachowywać pewną rozwagę i racjonalnie dysponować nie tylko posiadanym sprzętem, ale i zakupionymi nawozami i środkami ochrony roślin. Uzyskane z analizy wyniki należy traktować jako wielkości pogładowe, gdyż proces produkcji rzepaku uzależniony jest od bardzo wielu czynników, na które nie można mieć wpływu, np.: klimat, ceny nasion, nawozów i środków ochrony roślin, ceny usług około produkcyjnych. Skuteczność produkcji rzepaku uzależniona jest także od wielkości obsiewanego arealu, wyposażonego gospodarstwa, czy stosowanego modelu zarządzania w gospodarstwie.

Tabela 3. Kalkulacja uprawy 1 ha rzepaku na wrzesień 2014 (opracowanie własne na podstawie Wielkopolskiej Izby Rolniczej)

NAKŁAD	Jednostka	ILOŚĆ	CENA	WARTOŚĆ
1. Materiał siewny	dt	0,04	8000,00	320,00
2. Nawożenie				
saletra amonowa	dt	5	131,60	658,00
polifoska 6-20-30	dt	4	176,20	704,80
Ca/Mg co 4 lata	dt	4	150,00	150,00
RAZEM				1512,80
3. Ochrona roślin				
Butisan Star Max 500 SE	kg (l)	2,5	117,00	292,50
Fury 100 EW	kg (l)	0,1	127,00	12,70
Mospilan 20 SP	kg (l)	0,1	464,00	46,40
Brasifun 250 EC	kg (l)	0,75	58,76	44,07
Roundup Strong 540 SL	kg (l)	2,5	45,00	112,50
RAZEM				507,17
4. Usługi				
Bizon Super	godz.	1,25	320,00	400,00
Wapnowanie co 4 lata	godz.	0,5	310,00	38,75
RAZEM				438,75
5. Praca ciągnika				
Podorywka	godz.	1,6	45,19	72,30
Bronowanie	godz.	0,5	37,27	18,63
Wysiew nawozów (x3)	godz.	2,1	37,27	78,26
Orka siewna	godz.	3	45,19	135,57
Bronowanie	godz.	0,5	37,27	18,63
Oprysk herbicydem	godz.	0,8	37,27	29,82
Uprawa przedsiewna	godz.	1,5	45,19	67,78
Siew	godz.	1	37,27	37,27
Oprysk insektycydami (x2)	godz.	1,2	37,27	44,72
Odbiór ziarna	godz.	1	45,19	45,19
Transport zewnętrzny	godz.	2	45,19	90,38
RAZEM PRACA CIĄGNIKA				638,56
6. Podatek				173,20
7. Ubezpieczenie uprawy				87,35
8. OC rolników				3,90
RAZEM KOSZY BEZPOŚREDNIE				3682,73
9. Koszty ogólnogospodarcze				978,46
SUMA KOSZTÓW				4961,19
WARTOŚĆ PRODUKCJI				
Produkt główny (netto)	dt	30	126,60	3798,00
Ryczałtowy zwrot VAT	%	7	8,86	265,86
Cena brutto	zł/dt			135,46
Koszt produkcji	zł/dt			165,37
Dopłata bezpośrednia	zł/ha			969,69
SUMA PRZYCHODÓW				5033,55
WYNIK FINANSOWY (zł/ha)				72,36

W powyższym zestawieniu ujęto tylko sprzedaż samych nasion rzepaku, podczas gdy w ekonomicznej realizacji uprawy należy liczyć się również z pozyskaniem przez rolników słomy, którą można wykorzystać jako biomasę do wytworzenia energii, bądź do sprzedaży producentom energii z biomasy, których cały czas w Polsce przybywa.

Jak nadmieniono wcześniej, w gminie Myślibórz możliwe jest przeznaczenie na produkcję rzepaku maksymalnie około 3,5 tys. ha, to w przystępny sposób można wyliczyć, iż:

- z obsiania całego dostępnego areалу otrzymamy:

$$\text{ilość otrzymana z 1 ha} \times \text{wielkość areálu} = \text{ilość nasion rzepaku}$$

- jeśli przyjmiemy za Krajową Izbą Biopaliw, że z 1t nasion otrzymamy 300 litrów biopaliwa, to z całości uzyskamy:

$$10500 \text{ t} \times 300 \text{ l} = 3150000 \text{ l}$$

Wiedząc ile paliwa można otrzymać z dostępnych arealów, należy rozważyć jaki będzie koszt jego wytworzenia. Według opracowania Instytutu Inżynierii Rolniczej AR we Wrocławiu (Szlachta 2006) koszt wytworzenia 1l paliwa oscyluje w granicach 2,20zł, zatem koszt wytworzenia takiej ilości paliwa będzie wahał się w granicach 6.930.000zł. Jednakże przyjmując również za powyższym opracowaniem, że zysk na 1l wynosi około 1,3zł, to z takiej ilości po odjęciu kosztów osiągniemy sprzedaż w granicach 4.095.000zł. Pieniądze te w głównej mierze zasilą budżet Państwa w postaci akcyzy, a dopiero w dalszej kolejności producentów.

W przytaczanym opracowaniu wskazano, że najbardziej ekonomicznym wariantem zarówno dla rolników, jak i agrorafinerii jest posiadanie własnych urządzeń do produkcji biopaliwa i połączenie się w dużą grupę producencką, bądź posiadanie przez zakład produkujący paliwo własnych upraw rzepaku. W przypadku gminy Myślibórz najłatwiejszym rozwiązaniem przynoszącym pożądane korzyści powinno być zatem utworzenie przez rolników grupy producenckiej i zakup własnych urządzeń do produkcji biopaliwa. Pozwoli to nie tylko na ograniczenie różnorodnych kosztów, ale i dobrze zorganizowane gospodarowanie posiadanymi zasobami.

W poniższej tabeli przedstawiono potencjalne szanse i zagrożenia dla rozwoju uprawy rzepaku przeznaczanego do produkcji bioetanolu w gminie Myślibórz.

Tabela 4. Szanse i zagrożenia rozwoju uprawy rzepaku do produkcji bioetanolu w gminie Myślibórz (opracowanie własne)

SZANSE	ZAGROŻENIA
✓ obecność odpowiednich warunków glebowych, klimatycznych oraz wielkości pól uprawnych do kultywacji rzepaku, ✓ do 2020 r. 20 % całkowitego zużycia energii w UE pochodzić ma ze źródeł odnawialnych oraz 10% paliw zużywanych w transporcie stanowić mają biopaliwa, ✓ zalecane przez Dyrektywę UE 2003/30/WE promowanie wykorzystywania biopaliw stosowanych w transporcie w każdym z Państw Członkowskich, ✓ realizacja założeń polityki ekologicznej państwa w zakresie stosowania alternatywnych surowców i odnawialnych źródeł energii – szerokie wprowadzanie niskoemisyjnych paliw, w tym biopaliw, ✓ konieczność respektowania zasad zrównoważonego rozwoju – rozwój zrównoważonej polityki energetycznej, produkującej biopaliwa w skali lokalnej i regionalnej, ✓ realizacja celów operacyjnych zawartych w „Strategii rozwoju miasta i gminy Myślibórz na lata 2014 – 2020”: ✓ wspieranie aktywności i przedsiębiorczości mieszkańców, ✓ ochrona środowiska i zrównoważony rozwój zasobów naturalnych, ✓ rosnące zainteresowanie nośnikami energii z odnawialnych źródeł, ✓ rosnące zapotrzebowanie na energię w perspektywie długoterminowej, które skutkują wysokimi cenami konwencjonalnych paliw (negatywny wpływ spalania tradycyjnych paliw – benzyna, olej napędowy), ✓ rozwój współpracy regionalnej i międzynarodowej w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu dzięki wykorzystywaniu biomasy na cele energetyczne, ✓ niski udział biokomponentów w paliwach sprzedawanych w Polsce, ✓ rozwinięty system doradztwa rolniczego, ✓ możliwość pozyskiwania środków na projekty finansowane ze środków UE i innych źródeł pozabudżetowych, ✓ wsparcie dla produkcji 1000 l bioetanolu wynosi 2514 zł (Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008—2014), ✓ korzystne warunki środowiskowe i gospodarcze do produkcji biopaliw, ✓ rozwój innowacyjności i przedsiębiorczości w zakresie produkcji biopaliw, ✓ rozwój oraz wsparcie badań związanych z problematyką biopaliw, ✓ instrumenty wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej (WPR) wspierające wielofunkcyjny rozwój obszarów wiejskich, ✓ możliwość zagospodarowania nadwyżek plonów w nowatorski sposób	✗ konkurencyjność tradycyjnych paliw oraz innych paliw alternatywnych – uprzywilejowana pozycja paliw konwencjonalnych w zastosowaniach energetycznych, ✗ import tańszych biopaliw z krajów o korzystniejszych warunkach środowiskowych i klimatycznych, ✗ wykorzystywanie terenów o wysokiej przydatności rolniczej do uprawy rzepaku na biopaliwo zamiast do produkcji żywności – ograniczenie bezpieczeństwa żywnościowego, ✗ relatywnie niska opłacalność produkcji, ✗ niedostateczna promocja odnawialnych źródeł energii, ✗ występowanie wyłącznie trzech obszarów na terenie gminy odpowiednich do uprawy rzepaku, ✗ niewystarczająca akceptacja i chęć rolników w zakresie uprawy rzepaku przeznaczanego na biopaliwo – preferencja produkcji na cele spożywcze, ✗ niepewność ciągłości sprzedaży – produkt sezonowy, ✗ relatywnie wysokie koszty produkcji biopaliwa

Produkcja rzepaku przeznaczanego na bioetanol w Gminie Myślibórz stymulowana jest w głównej mierze uwarunkowaniami prawnymi oraz środowiskowymi. Uprawa rzepaku na cele energetyczne mogłaby korzystanie wpłynąć na realizację celów środowiskowych i ekonomicznych, które wynikają z implementacji prawodawstwa Unii Europejskiej, polityki ekologicznej państwa, czy strategii rozwoju miasta i gminy na lata 2014-2020. Dodatkową zaletą przedmiotowej gminy jest potencjał wynikający z odpowiednich warunków glebowych oraz klimatycznych występujących na tym obszarze, co przy odpowiedniej realizacji zamierzeń produkcyjnych mogłoby wesprzeć lokalne gospodarstwa rolne.

5. Wnioski

1. Gmina Myślibórz charakteryzuje się dużym potencjałem pod względem uprawy rzepaku, co kształtowane jest zarówno przez prawo jak i uwarunkowania środowiskowe.
2. Maksymalna i ekonomicznie uzasadniona dostępność obszarów dla produkcji tej gałęzi rolnej oscyluje w granicach 3500 ha i pozwala na wytworzenie ok. 3 mln litrów biopaliwa.
3. Wymagana zmiana plonowania przy tak obciążającej produkcji jaką jest rzepak powoduje, że będą występowały okresy przejściowej wyżki i niedoboru tego asortymentu.

Literatura

Główny Urząd Statystyczny 2015, Użytkowanie Gruntów i Powierzchnia Zasiewów w 2015 r.: 93.

Juliszewski T., Zając T., 2007. Biopaliwo rzepakowe. PWRiL Oddział w Poznaniu: ss. 180.

Krajowa Izba Biopaliw,
http://www.kib.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=146%25

Rosiak E., 2006. Rozwój rynku biopaliw szansą dla polskiego rolnictwa. Biznes-Press sp. z o. o.: 3-10.

Roszak W., 1997. Ogólna uprawa roli i roślin. Materiały pomocnicze do ćwiczeń. Wydawnictwo naukowe PWN: ss. 426.

Strategia Rozwoju Miasta i Gminy Myślibórz na lata 2014-2020: 8-9, 39, 44.

Szlachta J., 2006. Opłacalność produkcji biopaliwa rzepaku na przykładzie agrorafinerii „Jawrol”, Inżynieria Rolnicza nr 11/2006: 446.

Tys J., Piekarski W., Jackowska I., Kaczor A., Zając G., Starobrat P., 2003. Technologiczne i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biopaliwa rzepaku, Rozprawy i Monografie: 9-12.

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1199).

Wielkopolska Izba Rolnicza, <http://www.wir.org.pl/archiwum/kalk/rzepak.htm>

Wybrane aspekty polityki państwa w obszarze partycypacji sektora rolnego w wytwarzaniu energii elektrycznej

Andrzej Wlazły⁽¹⁾

¹Katedra Publicznego Prawa Gospodarczego, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Andrzej Wlazły: andrzejw lazly@amu.edu.pl

Streszczenie

Celem niniejszego opracowania jest opisanie najważniejszych dokumentów programowych dotyczących polityk poszczególnych ministerstw w przedmiocie roli i rozwoju rolnictwa energetycznego. Ta gałąź rolnictwa ma szczególnie duże znaczenie w Polsce, bowiem rezerwy, które mogą być przeznaczone w celu uzyskania energii są istotne, zaś samo rolnictwo może dostarczać więcej energii niż wynosi jego konsumpcja. Inwestycje w rolnictwo energetyczne mogą również pomóc zagwarantować energię dla odbiorców zamieszkujących na obszarach niekorzystnych z punktu widzenia ekonomiki dostaw.

Słowa kluczowe: rolnictwo, energetyka, odnawialne źródła energii.

Selected aspects of agricultural participation policy in electricity generation

Summary

The aim of this paper is to describe the most important documents concerning policy of Ministry of Agriculture, Ministry of Development and Ministry of Energy in the area of Energy agriculture. This part of an agriculture is especially important in Poland where reserves which can be submitted to obtaining energy are crucial, and the agriculture in itself can deliver more energy than it consumes. Energy agriculture investments can also help guaranty energy for receiver form rural area, which is unprofitable from economy of supplies point of view.

Keywords: agriculture, energetic sector, renewable energy sources.

1. Wstęp

Współczesne rolnictwo dostarcza w krajach wysokorozwiniętych więcej żywności niż wynosi zapotrzebowanie ludności, co prowadzi często do powstawania nadwyżek na rynkach. Mimo coraz większych nakładów ponoszonych na osiągnięcie plonu, uwzględniając inflację, rolnicy otrzymują coraz mniejsze dochody. Ten problem jest szczególnie istotny w Polsce, gdzie żywność jest znacznie tańsza w porównaniu z pozostałymi krajami Unii Europejskiej. Stąd, w celu zapewnienia ekonomicznego bezpieczeństwa gospodarstw rolnych, prowadzący je rolnicy podejmują różnorakie działania w celu dywersyfikacji dochodów. Jednym ze sposobów na osiągnięcie tego celu może być rolnictwo energetyczne.

2. Rolnictwo energetyczne

Dotychczas rolnictwo partycypowało w wytwarzaniu energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (dalej: OZE) przede wszystkim poprzez zapewnianie nieruchomości (najczęściej w formie dzierżawy) pod farmy wiatrowe. Nowe regulacje prawne dotyczące energetyki wiatrowej (ustawa z dnia 20 maja 2016 roku o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, Dz.U. z dnia 1 lipca 2016 r.) istotnie jednak przyczyniły się do

zahamowania tej gałęzi OZE. Kolejna gałąź OZE – energetyka wodna jest ograniczona ilością cieków wodnych o dostatecznym spadku i przepływie dobowym. Stąd jednymi gałęziami OZE dającymi szanse na przychód są inwestycje w biomasę, biogaz i infrastrukturę fotowoltaiczną. Z upływem czasu zmienia się także sposób zaangażowania rolników; obecne rolnictwo energetyczne bazuje nie tyle na przeznaczaniu gruntów rolnych pod uprawę roślin energetycznych, ale na zagospodarowaniu produktów ubocznych i odpadów rolnictwa. Wzrasta również zainteresowanie rolników zagadnieniami związanymi z OZE, na co wskazują badania ewaluacyjne Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Miller i in., 2015). Jest przy tym rolnictwo tą gałęzią gospodarki, która wytwarza wielokrotnie więcej energii z OZE niż wynoszą jego potrzeby (Wiśniewski, 2016). Co ciekawe, jak wskazuje Grzegorz Wiśniewski, zarówno w „Krajowym planie działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”, jak i w „Polityce energetycznej państwa”, rolnictwo nie zostało ujęte w kontekście wytwarzania energii, lecz tylko jako płatnik za energię i dostawca biomasy. Jakkolwiek jest to dyskusyjną oceną, to jednak mimo oczywistych zalet rolnictwa i wsi w kontekście energetyki, temat ten nie spotkał się z należytą uwagą tak ustawodawcy, jaki twórców dokumentów programowych.

Do zalet rolnictwa energetycznego należy przede wszystkim poprawa bezpieczeństwa energetycznego (wytwarzanie energii na bazie surowców krajowych), zapewnienie paliwa (biogazu) odpowiadającego wartości energetycznej gazu ziemnego dla mieszkańców terenów oddalonych od dużych miast, aktywizacja gospodarcza wsi, brak zagrożenia konkurencji dla produkcji żywności, wytwarzanie istotnych ilości energii z surowców nie konkurujących z rynkiem żywności czy pozyskiwanie wysokojakościowych nawozów. Za szczególnym znaczeniem rolnictwa energetycznego przemawiają również statystyki. Rolnictwo zużywa aż 6% energii finalnej, co więcej, to właśnie na terenach wiejskich dochodzi do zużycia ponad 40% spalanego przez Polskę węgla. Oznacza to, że istnieje realna możliwość zwiększenia poziomu ochrony środowiska, jak również pełniejszej realizacji polityki klimatycznej (Berent-Kowalska 2016).

3. Rolnictwo energetyczne w dokumentach programowych

Program Działań Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na lata 2015-2019

Intensyfikacja działań w sektorze OZE, jak również wspólnotowa polityka klimatyczna i energetyczna, wymuszają tworzenie różnorodnych dokumentów programowych. Jednym z takich dokumentów jest Program Działań Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na lata 2015-2019 W części dotyczącej „Inicjowania i wspierania skutecznych procesów na

rzecz zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich” stwierdza się, że zrównoważony rozwój obszarów wiejskich wymaga zbudowania lub poprawy narzędzi służących wykorzystaniu lokalnych źródeł energii, zwłaszcza odnawialnej, w tym promowaniu mikroinstalacji do zagospodarowania OZE (Jurgiel 2016). Program również wskazuje, jakie cele i zadania stoją przed Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warto w tym miejscu podkreślić znaczenie priorytetów zatytułowanych: rozwój zasobów biopaliw i technologii ich przerobu, innowacyjnych form pozyskiwania energii, wsparcie budowy prosumenckich instalacji energetycznych w gospodarstwach rolnych oraz organizacji spółdzielni energetycznych, rozwój zasobów i potencjału technicznego na rzecz wykorzystania odnawialnych źródeł energii, wsparcie dla wytwarzania paliw i energii z odnawialnych źródeł energii (OZE), wsparcie dla wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie rolniczym i na terenach chronionych, czy promowanie i tworzenie mikroinstalacji do wykorzystania OZE, szczególnie biogazowni rolniczych.

4. Plan na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju

Energetyka odnawialna w kontekście obszarów wiejskich znalazła swoje miejsce w Planie na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. Przygotowana w Ministerstwie Rozwoju koncepcja zakłada włączenie obszarów wiejskich i rodzinnych gospodarstw rolnych w procesy rozwojowe. Rozwój energetyki odnawialnej może przyczynić się do ukształtowania zróżnicowanej i dochodowej gospodarki wiejskiej. Dodatkowo twórcy Planu na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju zakładają, że jednym z najpilniejszych zadań stojących przed polityką energetyczną jest ochrona Polaków przed nadmiernymi kosztami. W tym celu należy wesprzeć niskoemisyjne źródła energii czy rozwijać energetykę obywatelską – przede wszystkim w wymiarze przydomowych elektrowni.

5. Pakt dla Rolnictwa

Znacznie bardziej szczegółowym dokumentem jest powstały w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi i będący aksjologiczną kontynuacją Planu na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, Pakt dla Rolnictwa. Autorzy Paktu dla obszarów wiejskich podkreślają, że jeszcze przed przystąpieniem do stworzenia pierwotnej wersji dokumentu, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi przeprowadziło wśród samorządów terytorialnych, instytutów naukowych i zewnętrznych ekspertów badania, które wskazać miały najważniejsze inicjatywy i działania do zrealizowania na obszarach wiejskich. Modernizacja energetyki na obszarach wiejskich, w tym tworzenie rozproszonych źródeł energii uplasowało się na czwartym miejscu w ostatecznym zestawieniu. Właśnie ten fakt legł u podstaw prac

Ministerstwa nad tworzeniem takich rozwiązań, które umożliwią finansowanie inwestycji w energetykę (w tym w OZE). W ramach Paktu dla obszarów wiejskich ma nastąpić rozwój mikroinstalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii czy też rozwój elektrowni wodnych. W zakresie infrastruktury technicznej ma nastąpić rozwój mikroinstalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Pakt zawiera jednak wiele zadań szczegółowych, między innymi wspieranie budowy mikroinstalacji prosumenckich opartych o OZE (w szczególności wsparciem finansowym zostaną objęte analizy potrzeb energetycznych i możliwości pozyskania energii z OZE, projekty instalacji, dokumentacja techniczna, zakup i montaż urządzeń). Celem takiego działania jest produkcja energii z OZE na potrzeby własne, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, odciążenie systemu elektroenergetycznego, ograniczenie strat związanych z przesyłem energii na duże odległości, poprawa bezpieczeństwa energetycznego kraju. Realizacja niektórych z przedsięwzięć w zakresie OZE zakłada również osiągnięcie dodatkowych celów jak rozwój przedsiębiorczości na obszarach wiejskich. Autorzy Paktu podkreślają, że problemy związane z zapewnieniem stabilności dostaw energii oraz odpowiednich jej jakości wynikają z wieloletnich zaniedbań inwestycyjnych w tę część majątku sieciowego, która obecnie funkcjonuje na obszarach wiejskich. Jest to znaczący problem, bowiem obszary wiejskie stanowią ponad 93% obszaru Polski, zamieszkiwane są przez blisko 40% populacji kraju, a jednocześnie cechują się najsłabiej działającą infrastrukturą zaopatrzenia w energię.

Wspomniane już wcześniej badania objęły również źródła dofinansowania zmian w energetyce na obszarach wiejskich. Najczęściej wskazywanym źródłem finansowania ww. inwestycji był PROW 2014-2020, Regionalne Programy Operacyjne oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Środki z tych programów mają zostać, zgodnie z Paktem dla rolnictwa, przeznaczone na wspieranie przejścia na gospodarkę niskoemisyjną we wszystkich sektorach, wsparcie dla rozwoju energetyki prosumenckiej na obszarach wiejskich poprzez zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnej produkcji energii, modernizację lokalnej infrastruktury energetycznej w celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia przerw w dostawach energii na obszarach wiejskich. Systemowego rozwiązania zdaniem autorów wymaga problem niewydolności potencjału energetycznego i linii przesyłowych oraz braku zdywersyfikowanych źródeł bezpieczeństwa energetycznego na obszarach wiejskich. Na terenach wiejskich odczuwalne są problemy z utrzymaniem parametrów energii elektrycznej (długie ciągi sieci niskiego napięcia). Niewydolność linii przesyłowych stanowi poważną barierę w rozwoju innowacyjnego i konkurencyjnego rolnictwa oraz przedsiębiorczości na wsi. Dodatkową przeszkodą w realizacji inwestycji na obszarach

wiejskich jest lokalna niestabilność przesyłu energii, a tym samym brak bezpieczeństwa energetycznego. Przystarzała sieć energetyczna na terenach wiejskich nie gwarantuje stałych dostaw odbiorcom indywidualnym, a ponadto utrudnia rozwój małych elektrowni, w tym również elektrowni opartych na odnawialnych źródłach energii. Realną szansą na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego obszarów wiejskich, a tym samym na stworzenie możliwości ich rozwoju, może być wykorzystanie rozproszonych OZE.

6. Polityka energetyczna Polski

Najmniej uwagi kwestii rolnictwa energetycznego poświęcono w dokumentach Polityka energetyczna Polski do roku 2030 i Polityka energetyczna Polski do roku 2050. W pierwszym z nich zdawkowo wskazano, że głównym celem polityki energetycznej w zakresie wykorzystania OZE jest zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem oraz zachować różnorodność biologiczną. Natomiast do działań na rzecz rozwoju wykorzystania OZE zaliczono wdrożenie kierunków budowy biogazowni rolniczych, przy założeniu powstania do roku 2020 średnio jednej biogazowni w każdej gminie. Kwestia energetyki prosumenckiej pojawia się dopiero w projekcie Polityki energetycznej Polski do roku 2050. Analizując zagadnienie celów polityki energetycznej należy wskazać, że jednym z projektów priorytetowych jest rozwój energetyki prosumenckiej. Wskazuje się, że *Zwiększanie świadomości odbiorców energii oraz postęp technologiczny energetyki odnawialnej pozytywnie wpłynie na rozwój energetyki rozproszonej. Dostępność instalacji OZE, a także wprowadzona w ustawodawstwie daleko idąca deregulacja i uproszczenie w zakresie przyłączania mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej spowoduje wzrost zainteresowania konsumentów sprzedażą nadwyżek energii wyprodukowanej w przydomowych instalacjach. Istotne znaczenie dla rozwoju energetyki prosumenckiej będzie mieć również wdrażanie inteligentnych sieci.*

Autorzy dokumentu wskazują, że w perspektywie do roku 2050 będzie można zaobserwować w całej Unii Europejskiej, w tym i w Polsce, intensywny rozwój energetyki prosumenckiej. Znaczna część wiejskich gospodarstw domowych będzie dysponowała własnymi źródłami energii (mikroinstalacjami) pozwalającymi na przynajmniej częściowe pokrycie ich bieżącego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepło.

Krytycznie do Polityki energetycznej Polski do roku 2030 odnosi się prof. Jan Popczyk, który wskazuje, że treść tego dokumentu nie przystaje do dokonującej się rewolucji energetycznej na świecie (Popczyk, 2014). Jego zdaniem niezbędna jest przebudowa ram

prawnych energetyki prosumenckiej, bowiem nawet regulacje zawarte w ustawie OZE są niewystarczające. W tym celu postuluje wprowadzenie do porządku prawnego ustawy o odpowiedzialności gmin za bezpieczeństwo energetyczne, ustawy o operatorach OSD oraz ustawę o prosumentach.

7. Rolnictwo energetyczne a akty normatywne

Wbrew nadziejom sytuacji rolnictwa energetycznego nie poprawia ustawa 20 lutego 2015 roku ustawa o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015.478) – dalej: ustawa OZE. Ustawodawca postanowił bowiem tak ukształtować prawne regulacje dotyczące biomasy, że największym beneficjentem polityki wsparcia OZE staną się Lasy Państwowe. Ustawa o odnawialnych źródłach energii ostatecznie doprowadziła do przekreślenia koncepcji taryf gwarantowanych na rzecz systemu opustów i aukcji energii. De facto zatem jedyną gałęzią rolnictwa energetycznego, która ma szanse na dalszy rozwój jest sektor biogazowni.

Kierunek ten jest pożądaný także z punktu widzenia państwa, bowiem zgodnie z dyrektywą dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającej i w następstwie uchylającej dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, każdy kraj członkowski UE zobowiązany jest osiągnąć w 2020 roku określony udział odnawialnych źródeł energii w mixie energetycznym .

Ustawa OZE poświęca jednak wiele uwagi różnorodnym aspektom rolnictwa energetycznego w ogólnej polityce energetycznej państwa. Ustawa wprowadziła między innymi definicję biogazu rolniczego (art. 2 pkt 2), biomasy i biomasy lokalnej (art. 2 pkt 3 i 3a). Szczególnie to ostatnie pojęcie jest istotne, bowiem daje nadzieję na wyeliminowanie bezzasadnych z punktu widzenia polityki klimatycznej Unii Europejskiej praktyk, polegających na sprowadzaniu odpadów zielonych z krajów pozaeuropejskich. Ponadto zgodnie z artykułem 3 ustawy OZE, wytwarzanie energii w mikroinstalacjach, małych instalacjach oraz z biogazu rolniczego nie wymaga koncesji. Kolejną pozytywną zmianą jest wyraźne wskazanie, że wytwarzanie i sprzedaż energii elektrycznej, ciepła lub biogazu rolniczego w mikroinstalacjach stanowi działalność wytwórczą w rolnictwie w rozumieniu ustawy o swobodzie działalności gospodarczej. Przesądza to, że rolnik zajmujący się taką działalnością nie jest objęty szeregiem wymogów przewidzianych dla przedsiębiorcy. Wymaga podkreślenia fakt, że to wyłączenie dotyczy jedynie mikroinstalacji. Właściciele wszystkich instalacji, które nie są mikroinstalacjami, są zobowiązani do uzyskania wpisu do rejestru działalności regulowanej (art. 23 ustawy OZE). Wytwórcy energii elektrycznej z

biogazu, posiadający instalacje o mocy nie mniejszej niż 20 MW, są zobowiązani uzyskać wpis do rejestru prowadzonego przez prezesa Agencji Rynku Rolnego. Wytwórca wykonujący działalność gospodarczą w zakresie biogazu rolniczego jest obowiązany:

- 1) posiadać dokument potwierdzający tytuł prawny do obiektów budowlanych, w których będzie wykonywana działalność gospodarcza w zakresie biogazu rolniczego;
 - 2) dysponować odpowiednimi obiektami i instalacjami, w tym urządzeniami technicznymi, spełniającymi wymagania określone w szczególności w przepisach o ochronie przeciwpożarowej, w przepisach sanitarnych i w przepisach o ochronie środowiska, umożliwiającymi wykonywanie tej działalności gospodarczej;
 - 3) wykorzystywać wyłącznie substraty wymienione w art. 2 pkt 2;
 - 4) prowadzić dokumentację dotyczącą:
 - a) ilości oraz rodzaju wszystkich substratów wykorzystanych do wytworzenia biogazu rolniczego lub do wytworzenia energii elektrycznej z biogazu rolniczego,
 - b) łącznej ilości wytworzonego biogazu rolniczego, z wyszczególnieniem ilości biogazu rolniczego wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej gazowej, wykorzystanej do wytworzenia energii elektrycznej w układzie rozdzielonym lub kogeneracyjnym lub wykorzystanej w inny sposób,
 - c) ilości energii elektrycznej wytworzonej z biogazu rolniczego w układzie rozdzielonym lub kogeneracyjnym,
 - d) ilości energii elektrycznej sprzedanej, w tym ilości energii elektrycznej sprzedanej sprzedawcy zobowiązanemu, o którym mowa w art. 40 ust. 1, która została wytworzona z biogazu rolniczego i wprowadzona do sieci dystrybucyjnej,
 - e) ilości produktu ubocznego powstałego w wyniku wytworzenia biogazu rolniczego;
 - 5) posiadać dokumentację potwierdzającą datę wytworzenia po raz pierwszy energii elektrycznej z biogazu rolniczego albo biogazu rolniczego w danej instalacji odnawialnego źródła energii lub datę modernizacji tej instalacji;
 - 6) przekazywać Prezesowi ARR sprawozdania kwartalne zawierające informacje, o których mowa w pkt 4, w terminie 45 dni od dnia zakończenia kwartału. (art. 24 i 25 ustawy o OZE).
- Ustawa OZE wprowadza również szereg mechanizmów wsparcia wytwarzania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Jednym z nich jest instytucja klastrów energii. Jak się jednak wskazuje, wytwarzanie energii w klastrze (rozumianym jako cywilnoprawne porozumienie, w skład którego mogą wchodzić osoby fizyczne, osoby prawne, jednostki naukowe, instytuty badawcze lub jednostki samorządu terytorialnego, dotyczące wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z odnawialnych źródeł

Energii lub z innych źródeł lub paliw, w ramach sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV, na obszarze działania tego klastra nieprzekraczającym granic jednego powiatu w rozumieniu ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym (Dz. U. z 2016 r. poz. 814) lub 5 gmin w rozumieniu ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2016 r. poz. 446); klastery energii reprezentuje koordynator, którym jest powołana w tym celu spółdzielnia, stowarzyszenie, fundacja lub wskazany w porozumieniu cywilnoprawnym dowolny członek klastra energii) będzie tak długo nieopłacalne, jak długo nie wprowadzi się taryf FIT.

Ustawa OZE wprowadza także regulacje dotyczące energetyki prosumenckiej, która może być także wykorzystywana przez rolników, przede wszystkim dla potrzeb zapewnienia dostaw energii dla własnego gospodarstwa. Zgodnie z definicją, za prosumenta należy uważać odbiorcę końcowego dokonującego zakupu energii elektrycznej na podstawie umowy kompleksowej, wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii w mikroinstalacji w celu jej zużycia na potrzeby własne, niezwiązane z wykonywaną działalnością gospodarczą regulowaną ustawą z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz. U. z 2015 r. poz. 584, z późn. zm.), zwaną dalej "ustawą o swobodzie działalności gospodarczej". Niestety również w przypadku prosumentów zrezygnowano z wprowadzenia taryf FIT, które zastąpiono systemem opustów, i tak: Sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7 z wyjątkiem mikroinstalacji o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 10 kW, dla których ten stosunek ilościowy wynosi 1 do 0,8 (art. 4 ust. 1 ustawy OZE).

8. Postulaty *de lege ferenda*

Analiza dotychczasowych działań podejmowanych przez resorty gospodarki, rozwoju i rolnictwa, jak również wprowadzonych aktów normatywnych i dokumentów programowych oraz wdrożonych programów operacyjnych pozwalają na wskazanie kilku postulatów.

Należy wprowadzić do Paktu dla obszarów wiejskich jak również Planu na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, szczegółowy plan wykorzystania OZE wraz charakterystyką potrzeb energetycznych rolnictwa. Odbicie tego planu winno pojawić się w polityce energetycznej państwa, która do tej pory konsekwentnie pomijała energetykę rolnictwa. Gminy wiejskie i miejsko-wiejskie powinny otrzymać dodatkowe fundusze na rozwój lokalnych wiejskich mikrosieci OZE i klastrów. Ze względu na rezygnację z systemu FIT,

należy zastąpić niewydolną i zbyt niską pomoc zwrotną de minimis dotacjami w ramach regionalnej pomocy inwestycyjnej (Wiśniewski 2016).

Nie ulega wątpliwości, że na tle zmian w prawnych, ekonomicznych i społecznych aspektach energetyki, energetyka rozproszona oparta o odnawialne źródła energii będzie zyskiwać na znaczeniu. Niemalą rolę do odegrania mają tutaj lokalne społeczności z obszarów wiejskich. Dysponują one nierzadko wysokim poziomem wiedzy w zakresie produkcji biomasy, ale równie często odpowiednimi środkami finansowymi i infrastrukturalnymi do dokonania małej rewolucji energetycznej. Niezbędne jest jednak zaktywizowanie organów administracji i zmiana podejścia ustawodawcy do tego zagadnienia, tak aby uzyskać efekt synergii. Energetyka oparta o OZE, zwłaszcza na obszarach wiejskich, oznacza nie tylko wzrost bezpieczeństwa energetycznego tych społeczności, ale także całego państwa. Pomaga one także budować innowacyjną gospodarkę, która wpisuje się w zasady zrównoważonego rozwoju i przyczynia się do aktywizacji ludności.

Literatura

Berent-Kowalska G., Boczek R., Brasse J., Gilecki R., Kacprowska J., Peryt S., Żarek E. Zużycie paliw i nośników energii w 2015 r. Główny Urząd Statystyczny

Innowacyjna Energetyka – Rolnictwo Energetyczne, 2009. Urządzenia dla energetyki - 4/2009

Jurgiel K., 2016. Program Działań Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na lata 2015-2019

Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki 2010

Miller A., Lorencowicz E., Rumińska P., Wojnicka-Sycz E., Włodarczyk A., Zieliński M., 2015. Ocena wpływu PROW 2007-2013 na rozwój gospodarczy Polski i konkurencyjność gospodarstw rolnych

Pakt dla obszarów wiejskich. Projekt – wersja wewnętrzna z dnia 20 kwietnia 2016 roku. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi 2016.

Plan na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, 2017. Ministerstwo Rozwoju.

Polityka energetyczna Polski do roku 2030 Ministerstwo Gospodarki 2009

Polityka energetyczna Polski do roku 2050, Ministerstwo Gospodarki 2015.

Popczyk J., 2014. Energetyka prosumencką. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, 33-36.

Ustawa z dnia 20 maja 2016 roku o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, Dz.U. z dnia 1 lipca 2016 r.

Wiśniewski G., 2016. Odnawialne źródła energii w rolnictwie – uwagi o polityce rolnej i energetycznej. Czysta energia 4/2016.

Przetwórstwo surowców spożywczych

Plant in vitro cultures: a potential rich source of therapeutically important phenolic compounds

Angelika Filová⁽¹⁾, Eleonóra Krivosudská⁽¹⁾

¹Department of Plant Physiology, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovak Republic

Angelika Filová: angela.filova@uniag.sk

Summary

Phenolic compounds are secondary metabolites that are derivatives of the pentose phosphate, shikimate, and phenylpropanoid pathways in plants. These compounds, one of the most widely occurring groups of phytochemicals, are of considerable physiological and morphological importance in plants. Phenolic compounds exhibit a wide range of physiological properties, such as anti-allergenic, anti-atherogenic, anti-inflammatory, anti-microbial, antioxidant, anti-thrombotic, cardioprotective and vasodilatory effects. In vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.) were established under five different cytokinin supplementations by culturing nodal segments excised from aseptically germinated seedlings. The highest rates of shoot proliferation and linear shoot growth occurred with the supplementation of 1.5 mg/l benzyladenine and 0.10 mg/l dichlorophenoxyacetic acid. However, under these conditions, the specific production of total antioxidant phenolics was the lowest. Variation in kinetin (KIN) concentration (1.5; 2.5; 5.0 mg/l), in the presence of 0.10 mg/l 2,4-D, did not influence significantly the rates of shoot proliferation and linear shoot growth but influenced the production of antioxidant phenolics and biomass. The fast growth of this type of cultures gives us reason to believe that the production of antioxidant phenolic compounds by in vitro sage shoots may be a good alternative.

Keywords: plant *in vitro* cultures, phenolic compounds, *Salvia officinalis* L.

1. Introduction

Salvia officinalis L. (Lamiaceae) is a perennial woody sub-shrub native to the Mediterranean. It is cultivated in several countries mainly to obtain dried leaves to be used as raw material in medicine, perfumery, and food industry (Bruneton 1999). Together with *Rosmarinus officinalis* L., *S. officinalis* L. have been shown to have the strongest antioxidant activities among herbs (Cuppett et al. 1998). Some of their phenolic compounds have revealed excellent scavenging activity of active oxygens such as superoxide anion radicals, hydroxyl radicals and singlet oxygen, inhibiting lipid peroxidation and consequently, the corresponding extracts have been widely used to stabilize fat and fat-containing foods (Hohmann et al. 1999). The main effective antioxidant phenolic compounds have been shown to be phenolic acids, carnosol derivatives, and flavonoids, namely, rosmarinic acid, carnosic acid, and carnosol followed by caffeic acid, rosmanol, rosmadial, genkwanin, and cirsimaritin. However, several authors have demonstrated that some of the most effective antioxidant compounds, like carnosic acid and carnosol, are highly unstable depending of factors like temperature, light, oxygen, and solvent used in the extraction (Okamura et al. 1994).

Due to the variability of environmental factors the phenolic containing extracts obtained from different sage samples show great differences in composition and consequently, differences in antioxidative power. Environment and nutritional factors, as well as growth regulators, can be easily controlled in in vitro cultures. However, up to now, this

alternative way for production of phenolic antioxidative compounds has not been sufficiently studied. Micropropagation of *Salvia* species, through bud proliferation, has been reported, namely, *S. canariensis* (Molina et al. 1997), *S. valentina* and *S. blancoana* (Cuenca 2000) and *S. officinalis* (Bolta et al. 2000). Carnosol and some related phenolic diterpene compounds isolated from 25-day-old in vitro plantlets of *S. canariensis* L. Rosmarinic acid was isolated from leaf callus cultures and suspended cells of *S. officinalis* L. From suspensions cultures of this species, ursolic acid, a triterpenoid compound with potent antiinflammatory, anti-hyperlipidemic and hepatoprotective activity, was also isolated (Kintzios et al. 1999). To our knowledge however, the capacity of in vitro shoots of this species in the production of antioxidant compounds has not been studied. In the present paper we report the results of studies on the production of phenolic antioxidant compounds by in vitro shoots of *S. officinalis* developed under different hormonal supplementation.

2. Materials and methods

Plant material and sterilization

Seeds from open pollinated plants of *S. officinalis* were dipped in a 20% (v/v) ethanol solution for 10 min before surface sterilization in a 10% (w/v) calcium hypochlorite solution for 15 min. After rinsed three times in sterilized distilled water, seeds were germinated on autoclaved MS (Murashige et al. 1962) basal medium devoid of growth regulators, supplemented with 20 g/l sucrose and solidified with agar at 8 g/l after adjustment of the pH at 5.7. The seed cultures and derived seedlings were maintained in growth room at $22\pm/2$ °C in dark for a week and then transferred to a 16 h light/8 h dark cycle. Illumination was supplied by cool white fluorescent tubes with a light intensity of $52.2 \text{ mmol/m}^2/\text{s}^1$.

Establishment of in vitro shoot cultures

Nodal shoot segments (10 mm), obtained from aseptic 7 weeks old seedlings were used as primary explants in the establishment of shoot cultures on MS basal medium supplemented with 20 g/l sucrose, 0.05 mg/l 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) combined with benzyladenine (BA) at 1.5 mg/l or with kinetin (KIN) at 1.5 or 2.0 or 4.0 mg/l, in a total of four hormonal supplementations tested. Each 175 ml plant tissue culture vessel (Sigma) containing 20 ml MS medium solidified with 8 g/l agar and covered with Magenta B-cap, was inoculated with three primary explants. A total of about 60 primary explants were used for each MS hormonal medium variant. The culture conditions were as above described, including the photoperiod of 16 h. After 5 weeks in culture, the efficacy of each medium variant in shoot proliferation and growth was determined by recording (1) the percentage of

primary explants developing shoots; (2) the number of shoots per explant; and (3) the length of the shoots. Shoots from the four hormonal MS medium variants were subcultured to the same medium conditions with intervals of about 5 weeks. At the end of seventh subculture period, shoots of each hormonal MS medium variant were withdrawn, counted and lyophilized together at 0.05 mbar for 72 h for phenolic study.

Phenolic extraction

Each freeze dried biomass sample, constituted by all the gathered shoots from each hormonal variant (2.5g), was extracted as described previously. The samples were extracted, at room temperature, with agitation, using acetone: 50 ml for 15 min, followed by 50 ml (10 min) and, finally, 25 ml for 5 min. The three extracts were combined, filtered and taken to dryness under reduced pressure at 30 °C. The same procedure was followed in the extraction of one freeze dried commercially available sample of sage (2.0 g).

Phenolics analysis

The phenolic acids and flavonoids were identified on the basis of their chromatographic behaviour, by comparison of their retention times and comparison of their ultraviolet-vis spectra in the range of 200-400 nm, with those of authentic standards. Phenolic diterpenes were putatively identified according to published data (Cuvelier et al. 1996). Using the same reported experimental conditions, we have obtained identical chromatograms where the compounds had the same order of elution and the same UV spectra. Peak purity was checked by means of the CARY UV VIS 6000 software contrast facilities. Quantification of phenolics was achieved by the absorbance recorded on the chromatograms relative to external standards of phenolics at 280 nm.

3. Results and discussion

Micropropagation by shoot buds

The percentage of explants showing shoot regeneration ranged from 65 to 88% depending from the cytokinin supplementation (Table 1). The explants that did not develop shoots, showed calli formation or became brownish and died. From the four hormonal supplementations tested, the combination of 0.05 mg/l 2,4-D with 1.5 mg/l BA afforded the highest percentage of explants inducing shoots and induced the highest number of shoots per explant as well as their highest linear growth (Table 1). However, shoots maintained with this hormonal supplementation, for seven subcultures, were significantly thinner, with fewer and smaller leaves (data not shown) and weighing about 7-fold less than the shoots maintained in presence of KIN. The variation of the KIN concentration in the range from 1.5 to 4.0 mg/l

apparently did not affect the sage shoot regeneration. However, the biomass dry weight attained in the presence of 2.0 mg/l KIN in each subculture cycle (results not shown), including the 7th one, was higher than those attained with 1.5 and 4.0 mg/l KIN. These results are much better than those reported for a male sterile genotype of the same species by Olszowska and Furmanowa (1990). These authors obtained, from that genotype, one shoot per nodal segment with a length of about 1 cm, reached at the end of 6 weeks of culture in a modified Nitsch and Nitsch medium (1969) containing 0.1 or 10.0 mg/l of indol-3-acetic acid and KIN (0-1.2 mg/l).

Table 1. Effect of cytokinin supplementation on shoots proliferation from nodal segments of aseptic plantlets of sage (*S. officinalis* L.) on MS medium, after 6weeks

Hormonal supplementation	% of explants that developed callus	% of necrosed explants	% of explants that proliferated shoots ^a	No. of shoots per explant ^a	length of shoots (mm) ^a	mean biomass dry wt.per shoot (mg) ^b
0.05 mg/l 2,4-D+ 1.5mg/l BA	17	5	88	3.4 ±0.8	55±12	15
0.05 mg/l 2,4-D+1.5mg/l KIN	36	3	67	2.5 ±0.9	33±11	29
0.05 mg/l 2,4-D+2.0mg/l KIN	18	15	65	2.1 ±0.8	38±13	37
0.05 mg/l 2,4-D+4.0mg/l KIN	42	6	75	3.1 ±0.7	31±15	26

Seventy primary explants were used in each treatment.

^a Six weeks after starting the culture.

^b After the seventh passage to the same medium conditions with intervals of 6 weeks each.

Shoots from each medium hormonal variant were counted, lyophilized and weighed together and the weight divided by the number of shoots.

Phenolic compounds from commercial sage plants

In the extract prepared from the commercially available sample of *S. officinalis* we have identified 3 phenolic compounds in different proportions. The identified compounds can be grouped into three classes of phenolic compounds: (1) phenolic acids (2) flavonoids (3) phenolic diterpenes. According to the authors, the quality of the natural extracts and their antioxidative performance depends upon the quality of the original plant, its geographic origin, the climatic conditions, the harvesting date, and its storage (Cuvelier et al. 1996). Endogenous degradation of some phenolic compounds would explain some of the variability

in the composition of phenolic extracts from in field grown sage plants. The instability of several sage phenolic compounds has been demonstrated (Schwarz et al. 1992, Okamura et al. 1994). The majority of the phenolic diterpenes found in sage and in rosemary phenolic extracts are d-lactones (e.g. carnosol, epiisorosmanol, epiisorosmanol ethyl ether) and/or g-lactones (e.g. rosmanol, epirosmanol, epirosmanol methyl ether), both derived from carnosic acid (Schwarz et al. 1992). According to these authors, degradation of carnosic acid to carnosol, and degradation of carnosol to glactones occurs spontaneously in methanol, over 9 days, if the contact with air is not prevented. The carnosic acid remains stable however, if oxygen (O₂) is excluded from the methanol extract, for instance, by the passage of nitrogen. The formation of phenolic diterpene glactones, like rosmanol and epirosmanol, can occur as artifacts of degradation of carnosol. Degradation of the carnosic acid to carnosol occurs also in acetone and acetone extracts increasing with the increase of temperature and light. Okamura et al. (1994) questioned whether carnosol is an artifact or not. Cuvelier et al. (1996) isolated six major antioxidant compounds from an oleoresin of *S. officinalis*: rosmanol, epirosmanol, carnosol, rosmadial, carnosic acid, and methylcarnosate. These authors questioned the source of methylcarnosate since it was not found in all extracts. To determine the source of the methylcarnosate, they tested the stability of carnosic acid in methanol and showed that there was a gradual loss of carnosic acid and increases in carnosol, methylcarnosate and rosmadial, in that order of concentration. In view of the data on the degradation of carnosic acid into other types of phenolic diterpenes, specially in what concerns the effects of oxygen (Schwarz et al. 1992), temperature and light and the effect of harvesting time (Okamura et al. 1994), the degradation of carnosic acid and subsequent formation of d- and g-lactones within the plants, induced by these environmental factors, is a hypothesis that may not be ruled out. This hypothesis would explain the absence of carnosic acid and methyl carnosate in the extract of our commercial sample of field grown sage. Composition differences between the commercial sample extract and those of the in vitro sage shoots may be also explained, however, by genetic differences of the plant material or by differences in the phenolic diterpenes turnover during growth of plants. The hypothesis of loss of the carnosic acid and methyl carnosate in the commercial extract as a consequence of the extraction and extract processing is less probable because the procedure followed was the same used with the in vitro shoots. The great potential of the rosmarinic acid as an antioxidant natural compound has been emphasized (Lamaison et al. 1991, Lu et al. 1999). In vitro sage shoots contained three times the amount of rosmarinic acid found in the commercial sample. On the other hand the high antioxidative activities of phenolic diterpenes of sage are well

known (Cuppett et al. 1998). According to Cuvelier et al. (1996) rosmarinic acid, carnosic acid and carnosol are the most effective antioxidant compounds followed by caffeic acid, rosmanol, rosmadial, genkwanin, and cirsimaritin. The antioxidative efficiency varies, from one compound to another. The phenolic diterpenes constituted the main phenolic compound group present in the ethanol extract of the sage commercial sample (Fig. 1).

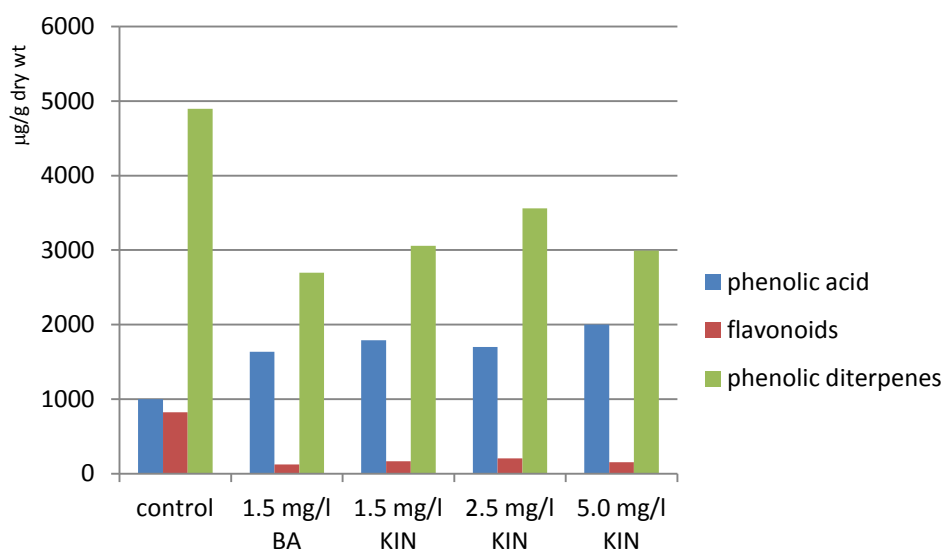


Fig. 1. Content (mg per gram of biomass dry weight) of each phenolic compound group in the commercial sample and in in vitro shoots of *S. officinalis* developed on MS medium under the effect of four different cytokinin supplementations

The differences were also significant in what determines the total flavonoids, whose levels in in vitro sage shoots, corresponded to 8-16% that of the commercial sample. On the contrary, due essentially to the higher levels of rosmarinic acid, in vitro sage shoots showed levels of phenolic acids 1.5-/2.9 times over that of the commercial samples, depending of the cytokinin supplementation (Fig. 1). The lowest level of total phenolics was found in shoots developed with 1.5 mg/l BA. With this cytokinin, the commitment of cells in morphogenic developmental pathways is higher because, there is more shoot proliferation and greater linear shoot growth (Table 1). Apparently, that effect is less compatible with the biosynthesis and/or turnover of phenolic secondary metabolites. The use of KIN instead of BA, at the same concentration (1.5 mg/l) gave rise to the highest accumulation of total phenolics specially. Shoots developed in presence of 2.0 mg/l KIN had contents of total phenolics lower than shoots maintained either with 1.5 or with 4.0 mg/l KIN, in inverse correlation with the respective mean biomass dry weight (Table 1). In general, with some exceptions, high rates of biomass growth have negative effects on the respective specific production of secondary

metabolites (Stafford, 1991). A clear antagonistic effect of KIN concentration occurred however, on the accumulation levels and ratios of phenolic acids and phenolic diterpenes. This last group of phenolic compounds, which was the dominant over the former in the shoots grown with 1.5 mg/l KIN, changed to a second position under the phenolic acids, the main phenolic compound group in shoots developed with 4.0 mg/l KIN (Fig. 1). The percentages of these two groups of compounds were 45 and 53% with 1.5 mg/l KIN, 51 and 48% with 2.0 mg/l KIN, and 61 and 38% with 4.0 mg/l KIN for phenolic acids and phenolic diterpenes, respectively.

The medium composition, hormonal supplementation, and environmental factors, like temperature, light, and atmosphere composition, can be easily controlled in in vitro systems. Given the importance of these factors in the accumulation and stability of phenolic compounds, it seems clear that the composition of sage phenolic extracts can be modulated, although empirically, and maintained under control when they are produced by in vitro shoots. The fast growth of this type of cultures gives us reason to believe that the production of antioxidant phenolic compounds by in vitro sage shoots may be a good alternative.

Acknowledgements

This work was supported by AgroBioTech Research Centre built in accordance with the project Building „AgroBioTech" Research Centre ITMS 26220220180.

References

- Bruneton J., 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. second ed. Lavoisier Publishing, Paris, pp. 540-544.
- Cuppett S.L., Hall C.A., 1998. Antioxidant activity of the Labiatae. Adv. Food Nutri. Res. 42 245-271.
- Hohmann J., Zupko' I., Re'dei D., 1999. Protective effects of the aerial parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipid peroxidation. Planta Med. 65: 576-578.
- Cuvelier M.-E., Richard H., Berset C., 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. JAOCS, 73: 645-652.
- Schwarz K., Ternes W., 1992. Antioxidative constituents of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* II. Isolation of carnosic acid and formation of other phenolic diterpenes. Z. Lebensm. Unters.Forsch. 195: 99-103.

Okamura N., Fujimoto Y., Kuwabara S., Yagi A., 1994. Highperformance liquid chromatographic determination of carnosic acid and carnosol in *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis*. J. Chromatogr. A. 679: 381-386.

Molina S.M., Andre's L.S., Luis J., Gonza'lez A., 1997. Studies on the isolation of diterpenes from in vitro propagation of *Salvia canariensis* L. Plant Tissue Cult. 7 (1): 29-34.

Cuenca S., Amo-Marco J.B., 2000. In vitro propagation of two Spanish endemic species of *Salvia* through bud proliferation. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 36: 225-/229.

Olszowska O., Furmanowa M., 1990. Micropropagation of *Salvia officinalis* by shoot buds. Planta Med. 56: 637.

Kintzios S., Nikolaou A, Skoula M., 1999. Somatic embryogenesis and in vitro rosmarinic acid accumulation in *Salvia officinalis* and *S. fruticosa* leaf callus cultures. Plant Cell Rep. 18: 462-466.

Bolta Z., Baricevic D., Bohanec B., Andresek S., 2000. A preliminary investigation of ursolic acid in cell suspension culture of *Salvia officinalis*. Plant Cell Tissue Organ Cult. 62: 57-/63.

Murashige T., Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plantarum. 15 : 473-/497.

Nitsch J.P., Nitsch C., 1969. Haploid plants from pollen grains. Science. 163: 85-/87.

Lamaison J.L., Petitjean-Freytet C., Carnat A., 1991. Lamiace'es me'dicinales a` proprie'te's antioxydantes, sources potentielles d'acid rosmarinique. Pharm. Acta Helv. 66: 185-188.

Lu Y., Foo L.Y., 1999. Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. Phytochemistry. 51: 91-/94.

Stafford A., Warren G (Eds.), 1991. Plant Cell and Tissue Culture. Open University Press, Buckingham, 1991, pp. 124_/238.

Porównawcza ocena stabilności przechowalniczej chleba całego i krojonego

Joanna Nebel⁽¹⁾, Aneta Ocieczek⁽¹⁾

¹Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Akademia Morska w Gdyni
Joanna Nebel: j.sepczuk@wpit.am.gdynia.pl

Streszczenie

Cechą determinującą jakość pieczywa jest jego świeżość. Coraz częściej zwraca się również uwagę na wygodę użytkowania produktu np. porcjowanie pieczywa. Dlatego też celem pracy była porównawcza ocena stabilności chleba przemysłowego, o zróżnicowanych właściwościach użytkowych, w kontekście wybranych parametrów jakościowych. Materiał do badań stanowił chleb mieszany cały i krojony, przechowywany w temperaturze pokojowej przez okres 2, 4 i 6 dni. Analizie poddano zmiany zawartości i aktywności wody, zdolności pęcznienia oraz porowatości miękiszu. W czasie przechowywania zaobserwowano stopniowe obniżanie się zawartości wody, stabilizację aktywności wody, obniżanie się zdolności miękiszu do pęcznienia oraz zwiększanie się porowatości miękiszu. Chleb świeży cały i krojony charakteryzował się zbliżonym poziomem jakości. Zmiany zachodzące w trakcie przechowywania przebiegały w obu chlebach z podobną dynamiką, przyjmując porównywalne wartości wybranych wyróżników jakości. Porcjowanie pieczywa, którego celem było nadanie temu produktowi cech żywności wygodnej, nie miało znaczącego wpływu na podwyższenie dynamiki spadku jakości badanego chleba w czasie jego przechowywania w temperaturze pokojowej.

Słowa kluczowe: retrogradacja skrobi, zawartość i aktywność wody, pęcznienie, porowatość.

Comparative evaluation of the storage stability the whole and sliced bread

Summary

The feature which determines the quality of the bread is freshness. Increasingly, attention is also drawn to the ease of use of the product eg. bread portioning. Therefore, the aim of this study was the comparative evaluation of the stability of the bread produced in industrial conditions, with different utility properties, in the context of the selected creating quality parameters. The research material was a mixed bread whole and cut, which was stored at room temperature for 2, 4 and 6 days. Analyzed were changes in the content and water activity, the swelling capacity and the crumb porosity. During storage it was observed gradual decrease of water content, stabilization of water activity, reducing the ability of the crumb to swell with water added, and increase of the porosity crumb. The fresh bread whole and cut characterized by a similar level of quality. The changes occurring during storage took place in both samples of bread with similar dynamics, taking comparable values of selected quality features. The slicing of bread, which aim was to give this product maximum attributes of „convenience food”, had no significant effect on the increase in the dynamics of decline in the quality of the test bread during storage at room temperature.

Keywords: retrogradation of starch, water content and water activity, swelling, porosity

1. Wstęp

Konsument przy wyborze produktu zwraca szczególną uwagę na jego cechy sensoryczne oraz użytkowe (np. opakowanie, porcjowanie pieczywa), a także na dostępność, markę czy wartość odżywczą (Jeżewska-Zychowicz 2013). Obecnie, w związku z dążeniem do poprawy wygody życia i szybkim tempem życia, ludzie coraz częściej sięgają po łatwe w obróbce gotowe dania, szybkie dania typu instant, czy też pieczywo w formie porcjowanej. W trakcie przechowywania w pieczywie zachodzą typowe zmiany biofizykochemiczne i organoleptyczne. Do najważniejszych zmian występujących w pieczywie już od momentu

wyjęcia z pieca piekarniczego należą: utrata aromatu, wysychanie oraz czerstwienie pieczywa (Czerwińska i Piotrowski, 2009).

Wysoka zawartość wody wolnej w miększu chleba świeżego, a jednocześnie niska zawartość wody w skórce powoduje wystąpienie gradientu stężeń, który decyduje o przemieszczaniu wody z miększu w kierunku skórki. Zjawisko wysychania wynika ze znacznej różnicy w zawartości wody pomiędzy miękiszem, skórą i otoczeniem (Ociecek i in., 2016). Skutkiem tego procesu jest utrata chrupkości skórki, jej mięknięcie i gumowacenie; miękisz wysycha, staje się nieelastyczny oraz kruchy. Aby ograniczyć proces wysychania należy jak najszybciej schłodzić pieczywo do temperatury otoczenia.

Kluczową a zarazem najbardziej niekorzystną zmianą występującą w pieczywie podczas przechowywania jest starzenie się pieczywa (czerstwienie), obniżające smakowość i przydatność konsumpcyjną produktu (Pałacha i in., 2015). Proces czerstwienia związany jest ze zmianami zachodzącymi w kompleksach białkowo-skrobiowych. Uważa się, że główną przyczyną są zmiany, które zachodzą we frakcji skrobi (Flaczyk i in. 2011). Zjawisko to związane jest z retrogradacją skrobi, która polega na przejściu skrobi z formy amorficznej w uporządkowaną strukturę krystaliczną. Zmiany te przyczyniają się do silnego sztywnienia i kurczenia się granulek skrobiowych, czego konsekwencją jest twardnienie i kruszenie się miększu. Procesowi temu towarzyszy uwolnienie wody, która migruje w kierunku glutenu (Ociecek i Schur 2015).

Istnieją metody pozwalające na ograniczenie procesu czerstwienia, jednak nie można go całkowicie wykluczyć. Jednym z najbardziej skutecznych sposobów jest zamrażanie gotowego produktu (Sobczyk 2010). Utrzymanie właściwej temperatury ($\leq -18^{\circ}\text{C}$) oraz czasu zamrażalniczego przechowywania, a także zastosowanie odpowiedniej metody i parametrów rozmrażania pozwalają na satysfakcjonujące zachowanie cech jakościowych chleba (Pałacha i in., 2016). Ponadto proces czerstwienia można opóźnić poprzez przechowywanie pieczywa w odpowiednim opakowaniu, używanie mąki o dużej zawartości glutenu, dodatek dekstryn oraz preparatów białkowych itp. (Flaczyk i in. 2011).

Czerstwy chleb, mimo gorszej jakości w porównaniu do chleba świeżego, cechuje się wyższą zawartością skrobi odpornej, która należy do frakcji błonnika pokarmowego oraz korzystnie wpływa na właściwości funkcjonalne pieczywa (Wyka i in., 2015). Pieczywo takie, ze względu na dobrą strawność jest zalecane osobom stosującym odpowiednią dietę. Mimo, że czerstwy chleb pozytywnie oddziałuje na zdrowie to jednak ze względu na utratę świeżości, właściwości sensorycznych i fizykochemicznych jest w znacznych ilościach wyrzucany (Raport Federacji Polskich Banków Żywności 2012).

W związku z tym celem pracy była porównawcza ocena stabilności przechowalniczej mieszanego chleba całego i krojonego wyprodukowanego w warunkach przemysłowych w kontekście wybranych parametrów jakościowych.

2. Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowił chleb oliwski (pszenno-żytni), wyprodukowany w warunkach przemysłowych w gdyńskiej piekarni, a następnie zakupiony w sklepie firmowym. Analizie poddano chleb cały oraz krojony (porcjowany).

Ocena jakości została przeprowadzona w oparciu o wyniki oceny sensorycznej takich cech jak: objętość i kształt bochenka chleba; wygląd, barwa, grubość i zapach skórki; wygląd, barwa, porowatość i elastyczność miękiszu; zapach, smak i podatność na żucie oraz wybranych cech fizykochemicznych: zawartość wody, aktywność wody, zdolność pęcznienia miękiszu i porowatość miękiszu (Palich, 2006).

Model badania obejmował ocenę poziomu wybranych wyróżników jakości w produkcie świeżym oraz przechowywanym w temperaturze pokojowej przez okres 2, 4 i 6 dni, która była podstawą określenia dynamiki zmian tych wyróżników. Chleb przeznaczony do badania przechowalniczego zapakowany był w szczelne worki foliowe. Po upływie 2, 4 i 6 dni pieczywo poddano wyżej wymienionym badaniom, zgodnie z opisaną procedurą.

Ocena sensoryczna była przeprowadzana w czystym, odpowiednio oświetlonym pomieszczeniu, wolnym od obcych zapachów. Badania dotyczyły oceny kształtu i objętości bochenka, skórki, miękiszu, smaku, zapachu oraz podatności na żucie.

Zawartość wody oznaczono metodą suszenia w temperaturze 130°C (Krełowska-Kułas, 1993).

Oznaczenie aktywności wody przeprowadzono za pomocą aparatu AquaLab Seria 3 model TE, o dokładności $\pm 0,003$ w temperaturze 293 K (20°C).

Zdolność pęcznienia miękiszu wykonano poprzez poddanie próby 50 g miękiszu silnemu rozcieraniu z udziałem niedużych i cyklicznie dodawanych ilości wody w zlewkach. Zhomogenizowany materiał został przeniesiony ilościowo do cylindra miarowego o pojemności 500 ml i uzupełniony wodą do kreski. Cylinder wraz z zawartością energicznie wstrząsnęto i odstawiano na 90 minut. Po upływie wyznaczonego czasu dokonano odczytu wysokości słupa osadu. Wynik pomiaru wyrażano jako średnią arytmetyczną z trzech równoległe przeprowadzonych oznaczeń.

Oznaczanie porowatości miękiszu badanego pieczywa wykonano zgodnie z metodą Jacobiego, która polega na usunięciu powietrza z danej ilości miękiszu przez jego

wygniatanie i określenie objętości miękiszu po usunięciu powietrza. Porowatość została oznaczona według następującego wzoru:

$$X = \frac{(a-b) \cdot 100}{a}$$

gdzie:

a – objętość pieczywa z nienaruszonym miękiszem [cm³],

b – objętość miękiszu po usunięciu porów, odczytana ze skali cylindra miarowego [cm³].

3. Wyniki i ich omówienie

Rynek żywności, w związku z coraz bardziej zróżnicowanymi oczekiwaniami i potrzebami konsumenta w stosunku do produktów spożywczych, cechuje się dosyć wysokim poziomem innowacyjności. Producenci chcąc sprostać stawianym im wymaganiom proponują różne nowe atrybuty, z jednoczesnym zapewnieniem odpowiedniej wygody użytkowania danego produktu. Głównym wyznacznikiem decydującym o wyborze artykułu spożywczego jest jego wygląd, smak, zapach, a także coraz częściej wartość odżywcza, zdrowotna oraz wygoda użytkowania (np. porcjowanie pieczywa) (Sajdakowska, 2014). Ważnym atrybutem żywności według konsumentów jest świeżość produktu spożywczego, dlatego też zmierza się do tego aby żywność, w tym chleb, jak najdłużej zachowały swoje właściwości (Raport banku BGŻ BNP PARIBAS 2015).

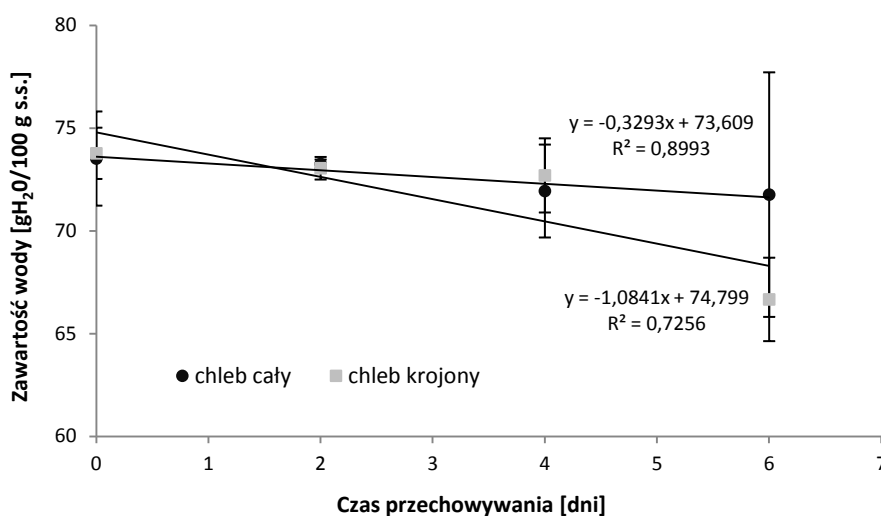
Pomimo, że chleb cechuje się krótkim okresem przydatności do spożycia, to należy do grupy artykułów najczęściej kupowanych. Jest to produkt nietrwały, a zachodzące w nim procesy niekorzystnie oddziałują na cechy sensoryczne (Szczurko i in., 2016). Starzenie się chleba związane jest z powstawaniem mdłego i nieprzyjemnego smaku, mięknięciem, gumowaceniem i matowieniem skórki oraz wysychaniem, twardnieniem i kruszeniem się miękiszu (Ociecek i in., 2016).

Najwyższą ocenę sensoryczną uzyskał chleb krojony świeży, najniższą natomiast chleb krojony przechowywany w temperaturze pokojowej przez 6 dni. Chleby całe i krojony, zarówno świeże jak i przez cały okres przechowywania, charakteryzowały się zbliżonym poziomem jakości. Wraz z upływem czasu przechowywania obserwowano stopniowe pogorszenie cech jakościowych badanych produktów (w największym stopniu pogorszeniu uległ smak i zapach chleba), co związane było z częściowym ubytkiem wody i czerstwieniem pieczywa.

Tabela 1. Wyniki sensorycznej oceny punktowej cech organoleptycznych chleba oliwskiego (opracowanie własne)

Wyróżnik jakościowy	Współczynnik ważkości	Warunki (20°C) i czas przechowywania (dzień)							
		Chleb w całości				Chleb krojony			
		0	2	4	6	0	2	4	6
Objętość i kształt	0,1	5	5	5	5	5	5	5	5
Skórka	0,2								
Wygląd i połączenie z mięksiszem		5	5	5	4	5	5	5	4
Barwa		4	4	3	3	5	4	4	4
Grubość		5	5	5	5	5	5	5	5
Zapach		4	3	3	2	4	3	3	2
Miękisz	0,2								
Wygląd		5	5	5	4	5	5	5	4
Barwa		5	5	5	4	5	5	5	4
Porowatość		4	4	3	3	4	4	3	3
Elastyczność		5	5	5	4	5	5	5	3
Zapach	0,15	5	4	3	3	5	4	3	2
Smak	0,25	5	4	3	2	5	4	3	2
Podatność na żucie	0,1	5	5	5	4	5	5	5	4
Σ	1	10,4	9,8	9	7,65	10,6	9,8	9,2	7,5

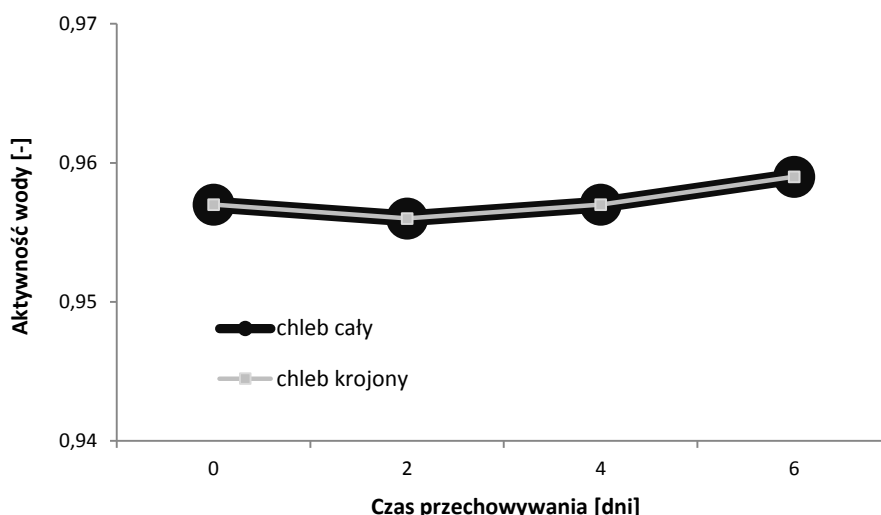
Zawartość wody oraz jej stan w znacznym stopniu kształtują jakość pieczywa w czasie przechowywania. Właściwa zawartość wody decyduje o postrzeganiu jakości produktu. Do najbardziej niekorzystnych zmian zachodzących w produktach piekarskich zalicza się wysychanie i czerstwienie pieczywa (Ocieczek i Puksza, 2011). Produkty czerstwe i termodynamicznie stabilne zawierają więcej wody mocno związanej niż produkty świeże, w stanie metastabilnym, przy czym w skrobi skleikowanej jest jej więcej niż w glutenie. Ilość wody mocno związanej zmniejsza się wraz z czasem przechowywania pieczywa, na skutek wzrastającego porządkowania się matrycy białkowo-skrobiowej (Fik, 2004). Zawartość wody jest zatem bardzo ważnym parametrem, który związany jest ze stopniem rekrystalizacji skrobi oraz szybkością czerstwienia pieczywa. Woda odznaczająca się wyższą aktywnością posiada skłonność do migracji z mięksizu w stronę skórki, a w dalszym ciągu odparowuje do otoczenia. W skutek tego skórka staje się miękka, a miękisz kruchy i twardy.



Rys. 1. Zmiany zawartości wody w mączce chleba podczas przechowywania (opracowanie własne)

Zawartość wody w chlebie ulegała obniżaniu w czasie przechowywania. Fakt ten wskazuje, że krótki okres przechowywania chleba w temperaturze pokojowej w paroszczelnym opakowaniu jednostkowym, pozwala na zachowanie satysfakcjonującej stabilności pieczywa pod względem zdolności do zachowania wody. Zawartość wody w chlebie krojonym uległa większemu obniżeniu (-1,08) w czasie przechowywania w porównaniu do chleba całego (-0,33). O większej dynamice tej zmiany w chlebie krojonym świadczy wyższa wartość współczynnika kierunkowego równania trendu. Świeży chleb cały i krojony oraz przechowywany przez okres 2 i 4 dni charakteryzowały się zbliżonym poziomem zawartości wody. Dopiero w 6. dniu przechowywania średnia zawartość wody w mączce obu badanych próbek chleba uległa znaczącemu zróżnicowaniu ($t_{obl.}=2,999$, $t_{kryt.}=2,776$). Można przypuszczać, że w związku z naruszeniem struktury chleba (porcjowanie chleba) dochodziło do szybszej utraty wody w chlebie krojonym, a tym samym szybszego jego wysychania i starzenia. Chleb cały charakteryzował się większą zdolnością do zachowania pożądanej zawartości wody w mączce.

Poza zawartością wody przeprowadzono również badanie aktywności wody w mączce chleba świeżego całego i krojonego oraz przechowywanego po 2, 4 i 6 dniach w temperaturze pokojowej.

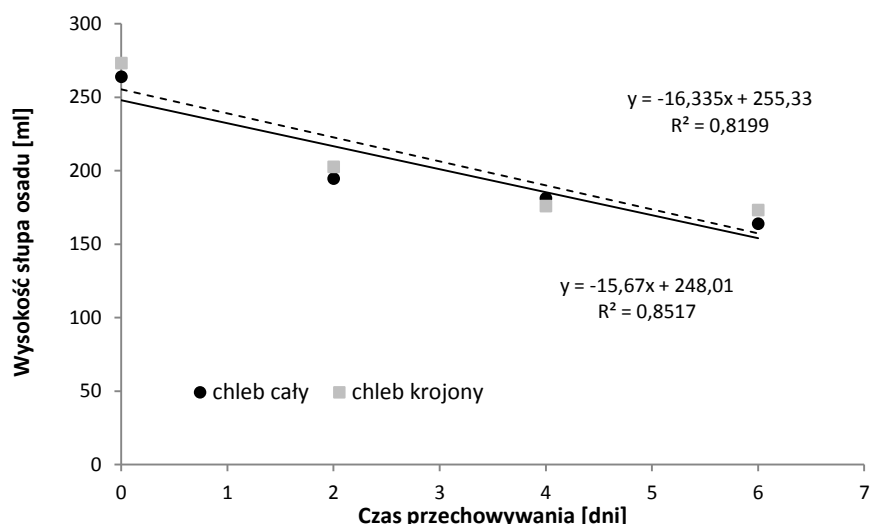


Rys. 2. Zmiany aktywności wody w miększu chleba podczas przechowywania (opracowanie własne)

Stwierdzono brak istotnych zmian w zakresie aktywności wody pomiędzy wszystkimi poddanymi badaniu próbkami miększu chleba. Aktywność wody utrzymywała się na podobnym poziomie przez cały okres przechowywania w obu rodzajach chlebach. Porcjowanie pieczywa, wywołujące istotną zmianę zawartości wody szczególnie po czasie przechowywania dłuższym niż 6 dni, nie wpłynęło na zmianę aktywności wody. Zakładać można, że wypadkowy poziom obniżenia zawartości wody w czasie przechowywania, w wyniku dążenia produktu do stanu równowagi termodynamicznej z otoczeniem był zbyt niski aby wywołać identyfikowalne zmiany aktywności wody. Podkreślić jednocześnie należy, że obserwowana, jednakowa w obu rodzajach chleba, tendencja w wahaniach poziomu aktywności wody w czasie przechowywania mogła być uwarunkowana z jednej strony migracją wody w kierunku otoczenia z drugiej zaś uwalnianiem się wody w wyniku krystalizacji skrobi (Ociecek i in., 2016).

Bardzo ważnym wyznacznikiem jakości chleba, od którego zależy akceptacja konsumenta jest ocena jego cech fizycznych (Różyło i in., 2011). Dlatego poza zawartością i aktywnością wody zbadano porowatość miększu chleba oraz zdolność miększu do wiązania wody, w wyniku którego następuje jego pęcznienie.

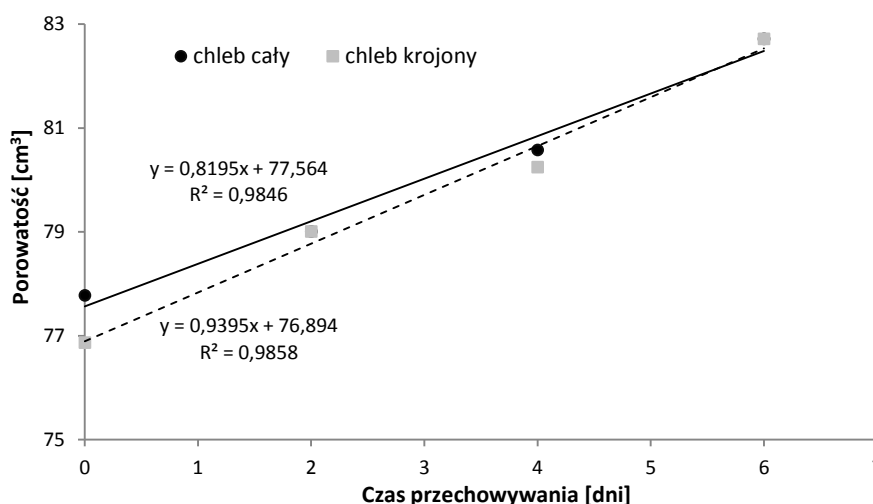
Pęcznienie miększu uwarunkowane jest jego zdolnością do zmiany swojej masy, objętości i struktury pod wpływem wody dodanej. Skłonność miększu do pęcznienia wyraża się poprzez określenie objętości słupa osadu. Niska zdolność miększu do pęcznienia (>140 ml) pod wpływem wody wskazuje na niską jakość początkową produktu bądź jej pogorszenie w trakcie przechowywania i jest charakterystyczna dla chleba gorszej jakości.



Rys. 3. Zmiany zdolności miększu chleba do pęcznienia wywołane przechowywaniem (opracowanie własne)

Z przedstawionych wyników wnioskować można, że zdolność miększu chleba całego i krojonego do pęcznienia ulegała stopniowemu, systematycznemu obniżaniu przez cały okres przechowywania. Najwyższą zdolnością do pęcznienia charakteryzował się miększ chleba świeżego krojonego, najniższą zaś miększ chleba całego po 6 dniach przechowywania. Badana cecha w obu chlebach kształtowała się na podobnym poziomie, a zachodzące zmiany przebiegały równolegle. O zbliżonej dynamice zmian w chlebie krojonym i całym świadczą zbliżone wartości współczynnika kierunkowego równania trendu, która wynosiła -15,67 dla chleba całego i -16,335 dla chleba krojonego. W związku z postępującą w trakcie przechowywania rekrytalizacją skrobi jej podatność na wiązanie wody w przeprowadzonym badaniu ulegała stopniowemu obniżaniu (Ociecek i Puksza, 2011; Ociecek i in., 2016).

Kolejną badaną cechą była porowatość miększu, wyrażona jako stosunek objętości zajmowanej przez pory do całkowitej objętości chleba. Wyznacznikiem pieczywa wysokiej jakości są pory cienkościenne i równomiernie rozłożone. Porowatość miększu w pieczywie psennym mieści się zazwyczaj w przedziale 73-83%. Porowatość pieczywa wzrasta wraz z czasem przechowywania, co potwierdzają wyniki przeprowadzonego eksperymentu przedstawione na rysunku 4. Przyczyną tego zjawiska jest ubytek wody migrującej z miększu w stronę skórki oraz krystalizacja skrobi, prowadzące do zmniejszenia grubości ścianek porów miększu i powiększanie się wolnych przestrzeni (Ociecek i in., 2016).



Rys. 4. Zmiany porowatości miękkisza chleba wywołane przechowywaniem (opracowanie własne)

Chleb świeży cały i krojony cechował się najlepszą porowatością, która wynosiła odpowiednio 77,78% i 76,87% i mieściła się w przedziale charakterystycznym dla chleba pszennego. W czasie przechowywania zachodziły zmiany w wyniku, których w obu rodzajach chleba porowatość miękkisza systematycznie wzrastała. Opisywane w literaturze, prawdopodobne przyczyny zmian porowatości miękkisza chleba, wskazują na postępującą w czasie przechowywania ucieczkę wody oraz przebiegającą niezależnie, a jednocześnie napędzającą zjawisko migracji wody, retrogradację skrobi (Fik, 2004; Ocieczek i in., 2016). W celu porównania wpływu porcjowania chleba na zmiany jego jakości wyrażające się w zmianach porowatości miękkisza dokonano porównania współczynników kierunkowych linii trendu, stwierdzając, że nieznacznie wyższą dynamiką charakteryzował się chleb porcjowany.

4. Podsumowanie

Bardzo istotnym elementem wpływającym na postrzeganie i wybory dokonywane przez konsumentów jest jakość wyprodukowanego pieczywa. Coraz częściej świadomy i wymagający konsument zwraca uwagę również na walory zdrowotne i cechy użytkowe chleba (np. porcjowanie).

Chleby cały i krojony, zarówno świeży jak i przechowywany, cechowały się zbliżoną jakością. Wraz z upływem czasu przechowywania obserwowano pogarszanie się jakości badanego pieczywa. Zmiany w poziomie aktywności wody, zdolności miękkisza do pęcznienia i porowatości miękkisza w obu chlebach przebiegały z podobną dynamiką, a charakterystyczne wartości utrzymywały się na zbliżonym poziomie. Większym zróżnicowaniem zmian pod wpływem przechowywania chleba w całości i pokrojonego charakteryzowała się zawartość

wody. Znacząco wyższy ubytek wody z miększu chleba krojonego może być tłumaczony uszkodzeniem struktury chleba na skutek porcjowania, a tym samym powstaniem warunków sprzyjających szybszej migracji wody. Tym samym zawartość wody można uznać za cechę krytyczną badania poświęconego określeniu czy porcjowanie chleba, służące poprawie jego użyteczności, przyczynia się do znaczącego obniżenia jego trwałości przechowalniczej.

Literatura

Czerwińska E., Piotrowski W., 2009. Technologiczne aspekty wypieku pieczywa z określeniem punktów krytycznych zanieczyszczeń mikrobiologicznych (surowiec, urządzenia, produkt). Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska: 449-450.

Fik M., 2004. Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2 (39): 5-22.

Flaczyk E., Górecka D., Korczak J. (red), 2011. Towaroznawstwo żywności pochodzenia roślinnego. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań: 80.

Jeżewska-Zychowicz M., 2013. Uwarunkowania akceptacji konsumenckiej pieczywa jasnego wzbogaconego w błonnik. Handel Wewnętrzny, 4(345): 61-70.

Krełowska-Kułas M., 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa.

Ocieczek A., Puksza T., 2011. Modelowanie trwałości pieczywa przechowywanego zamrażalniczo w warunkach domowych z wykorzystaniem metod sorpcyjnych. Chłodnictwo, 6: 38-43.

Ocieczek A., Puksza T., Nebel J., 2016. Wpływ zamrażalniczego przechowywania na cechy jakościowe pieczywa mieszanego. Chłodnictwo, wyd. SIGMA-NOT: 6-11.

Ocieczek A., Schur J., 2015. Ocena wpływu wybranych dodatków na właściwości sorpcyjne miększu pieczywa pszennego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (98): 143-154.

Palich P. (red), 2006. Podstawy technologii i przechowalnictwa żywności. Ćwiczenia. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 206-209.

Pałacha Z., Nowosielska M., Mach P., 2015. Wpływ zamrażalniczego przechowywania na właściwości reologiczne bułek pszennych. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2: 29.

Pałacha Z., Zimna M., Mach P., 2016. Wpływ zamrażalniczego przechowywania i rozmrażania mikrofalowego na właściwości reologiczne chleba orkiszowego na zakwasie żytnim. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1: 9.

Raport banku BGŻ BNP PARIBAS, 2015. Zmiany preferencji Polaków w zakresie konsumpcji żywności: 31.

Raport Federacji Polskich Banków Żywności, 2012. Marnowanie żywności w Polsce i Europie. Warszawa: 8.

Różyło R., Laskowski J., Dziki D., 2011. Właściwości fizyczne chleba pszennego wypiekanego z ciasta o różnych parametrach. *Acta Agrophysica*, 18(2): 421-430.

Sajdakowska M., 2014. Opinie konsumentów na temat innowacyjnego pieczywa w świetle badań jakościowych. *Handel Wewnętrzny*, 6(353): 116-117.

Sobczyk M., 2010. Wpływ czasu rozrostu końcowego na jakość bułek pszennych otrzymanych metodą odroczonego wypieku. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2: 25.

Szczurko K., Kołodziej M., Biazik E., Lesiów T., 2016. Wpływ wybranych parametrów białkowych na właściwości sensoryczne i teksturę pieczywa pszennego. W: *Żywność a innowacje* (red. Dróżdż I., Duda-Chodak A., Tarko T., Najgebauer-Lejko D., Byczyński Ł.), Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków: 28.

Wyka J., Lipiec K., Mazurek D., Bułynko J., 2015. Wartość energetyczna pieczywa i jej zmiany w trakcie przechowywania. *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLVIII, 1: 19-24.

Quality cheese with herbal supplements

Olga Priadko⁽¹⁾

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Olga Priadko: Kozlovska_olga@mail.ru

Summary

Investigation claudicated to the scientific explanation and working out of a compounding of new kinds of cheeses with dietary additives and them knowledge of goods to the characteristic. Necessity of use of a natural concentrate of mineral substances elamin (a preparation from brown marine seaweed), and the C-vitamin addition (a preparation from pepper red sweet) is proved during production of cheeses type of cheddar. Influence of mineral substances which are additive components on course of microbiological, biochemical and structurally-mechanical processes during production, maturing, and preservation of cheeses type of cheddar is studied. It is proved that use in technology of cheeses type of cheddar elamin and C-vitaminno addition increases their quality, biological value and accelerates maturing term on 33 %.

Keywords: milk, cheese type of cheddar, dietary additions, elamin, the C-vitamin addition

Sery wysokiej jakości z dodatkami ziołowymi

Streszczenie

Badania dotyczyły opracowywania mieszanek nowych rodzajów serów z dodatkami dietetycznymi. Konieczność użycia naturalnego koncentratu substancji mineralnych elamin (preparat z brązowych wodorostów morskich) i dodatku witaminy C (preparat z pieprzu czerwonego) została potwierdzona podczas produkcji sera typu cheddar. Badano wpływ substancji mineralnych będących składnikami addytywnymi na przebieg procesów mikrobiologicznych, biochemicznych i strukturalno-mechanicznych podczas produkcji, dojrzewania i przechowywania serów tego typu. Udowodniono, że zastosowanie w technologii produkcji serów typu cheder elamin i dodatku witaminy C zwiększa ich jakość, wartość biologiczną i przyspiesza termin dojrzewania o 33%.

Słowa kluczowe: mleko, ser cheder, dodatki dietetyczne, elamina, dodatek witaminy C

1. Introduction

Rise in cheese quality is actual problem of the cheese making. The quality and acceleration of terms their ripen to the grate degree, on the intensity and direction biochemical processes, which are passing in the cheese mass. Which in theirs turn are become formed by the volume and composition of cheese microflora. Sometimes milky-sour bacteria badly and sometimes quite not develop in the milk. As a result from this milk are impossible to make some cheese, as it is formed in more cases by influence microbiological processes and ferment systems of microbes. The development of milky-sour bacteria can be brake by insubbicient amount or by absence in the milk nutritious substances, necessary amino acids, vitamins, microelements etc. The problem of microelements acquired to this moment big practical and theoretical meaning. Microelements come to the composition active center of more ferment system. In that number ferment microorganisms. Quantitative changing of microelements can cause the functional changes of ferments and on the development of milky-sour bacteria. Today for the exploration of microelemental composition of milk emphasize a lot of meaning. Microelements widely use in the guise of premics in the forage

for the feeding cows for the rise milky productivity and making better mineral composition of milk. Microelements, with use as a fertilizer and as a stimulator of plants, growth, accumulates in the fertilizers and from the fertilizers, come to the organism of the animal and its milk. It is known, that in some biogeochemical provinces meeting with the very composite problem - the shortage of microelements in the soil, water and as the result - in the fertilizer and milk. Is settled, that in the West region of Ukraine, among their number -Lviv and Volynska regions are unprofitable on the manganese, cobalt, copper, iodine. Low composition of microelements in the milk makes worse his technological and biological quality. Quantitative and qualitative composition of microelements in the milk is the important factor, witch regulates the intensity and direction of the development of microbiological and biochemical processes in the time of his remaking to the cheese (Perfilev and Mjagkonosov 2001, Kravciv et al. 2000, Mel'nyk et al. 2012). The influence of microelements to the development of milkacid bacteria was studied by some number of scientists. They determined the role of manganese, which calls the great simulative action in the milk and in nutritious environment on the growth and acid making *Lactobacillus plantarum*. Less influence of manganese salts on the development *Lc. Lactis* subsp. *diacetylactis*. As consider authors, quantitative and qualitative composition of microelements in the environment, milk and cheese may be important factor, with regulate intensively and direction of development of colonies milkyacid microflora (Priadko 2015, Priadko 2016, Priadko 2010, Priadko 2012, Priadko 2013). Dyianjan Z. Ch. et al. (1985) worked out technology of cheese accelerate ripen with the high temperature of the second warming „Gornyj”. Under influence of microelements put in the milk the term of cheese ripen turned and shorten from three to two months. By the Cavkaz school prof. Dilanjana studied also influence microelements, such as iodine, nickel, molybdenum, on the speed of Russian cheese ripen with simultaneously with the raise it quality. Cheese made from the milk, which has been enrich with microelements, accumulated more free amino acid, flying fat acids and dissolved nitrous substances than control cheese, which was made without adding microelements. The volume of milkyacid microflora in the experimental cheese average enlarged in 1,3 times. This strengthened biochemical processes specifically protheolis protein of the cheese mass. Today for the study of influence microelements to the quality and ripen of solid cheese devoted works Slyvky N.M., Kravciv R.J., Dronyk G.V., Mel'nyk O.R. (Perfilev and Mjagkonosov 2001, Kravciv et al. 2000, Mel'nyk et al. 2012, Priadko 2015).

2. Material and methods

But announcements about role of microelements by ripen of cheese Cheddar, which has specifically technology processes, which assent influence to the lifeactivity milkyacid bacteria, are absent. All scientists as a springs of microelements uses their sulphate (or other) mineral sols. In connection with the information settle higher, the purpose of our work was to research the influence of natural concentrated product of microelements „Elamin” (made from brown see weed) to the quality and intensity biochemical processes at ripen cheeses from the Cheddar type. In the dry remains „Elamin” are biological activity hydrocarbon 42 - 47%, macro and microelements – 35 - 40%. They include: potassium 5250-6850, calcium 1090-2200, sulphur - 1300-1500, magnesium-1000-1300, phosphorus - 300450, iodine - 150-300, iron 80-120, bromine - 70-80, zinc – 2,0, cobalt – 0,2 (mg/100g). In production of cheese with biological active addition the important is right choice of stage and way of it talking. In authors thought, the technological processes of making cheese allows widely use introduction addition not in the milk before it string, but in the cheese corn before forming. From economical point of view the most successful is putting the addition in cheese corn, because by putting addition on the earlier stages can be losses of microelements to the whey. With that putting mineral addition on the stage of preparation milk is justify from the point formation organic compound microelements with protein, which acquiring by hymen organism better than in appearance of the mineral compound. In our exploration studies the effective bought methods of putting elamin. As a control copy put cheese „Cheddar South”, has been made according to actual technological instruction at Sovranskyj butter - cheese plant, Odeska region. The realization of proposed methods of making cheese, enriched by microelements, was carried out at Sovranskyj butter-cheese plant by the next way: milk fit for cheese warmed up to the temperature 40-50°C, cleaned on the separator- milkcleaner, cooled to 10±2°C and directed to the reservoir for the ripen 12±2 hour. Acidity of ripe milk must not exceed 20°T. Ripen milk pasteurized at 74±2°C, and cooled to the temperature fermenting 32±1°C. Normalized mixtures to mass part of fat in the mixture be 32±1°C. To the ready mixture putted dry ferment of straight putting, (EZAL 70), water solution calcium chloride (with calculation 10-40g for 100kg of milk), rennet (ferment preparation Marzine50), and elamin. The temperature of turning established between boundaries 34-36°C. After that the clot cut and mixed 15-20 min. while receive the corn 3-4 millimeters. For drying corn the mixture was warmed up 38-40°C. After that cheese corns were separated from the whey, acidity of the whey was 17-18°T, pH =6,35, and corn were carried in the linen. In the second method of production elamin was putted to the cheese corn during caring it in the linen. In the both cases

complex addition „elamin” putted with calculation 200g on 100 kg of ready product. Previous elamin was mixed with the hot water (temperature 90°C) in the ratio-1:15. We formed layer, thickness-25 centimeters, pressed during 10-15 min. Pressure increased gradually to 3kg for 1kg cheese mass.

Cheddarsation of cheese mass was continued to the lowering pH cheese mass 5,3-5,2 and acidity of selected whey 50-55°T at the end of cheddarisation cut the layer on the bars and gave to the apparatus for the salting, thermal processing and forming the cheese TEXHO-M. Temperature of the brine in the apparatus was 72°C, the mass part of the soul was 9-12%, acidity was not more than 20°T.

3. Results

The bars of cheese in the form for pressing themselves and drying were carried out to the bookstands. Term 12-24 hour, temperature 10-12°C, relative humidity of the air must be not more than 80%. Dry cheese was packed by the vacuum machine, and sent for the ripen. Temperature in the ripen camera was 10-12°C, relative humidity of the air was 80%. Taking into account that during putting in cheese corn it was observed more considerable losses of the microelements into the brine (the last we can explain so much that the microelements couldn't be in time for make strongly protein mineral complexes), in the next explorations, the results of them set forth below, we stoped on the putting „elaminy” in the milk by preparing it for the shrink. The result of influence “elaminy” to the dynamics of development of the milkyacid bacteria in the process of production and ripen of cheese, showed on the Fig. 1.

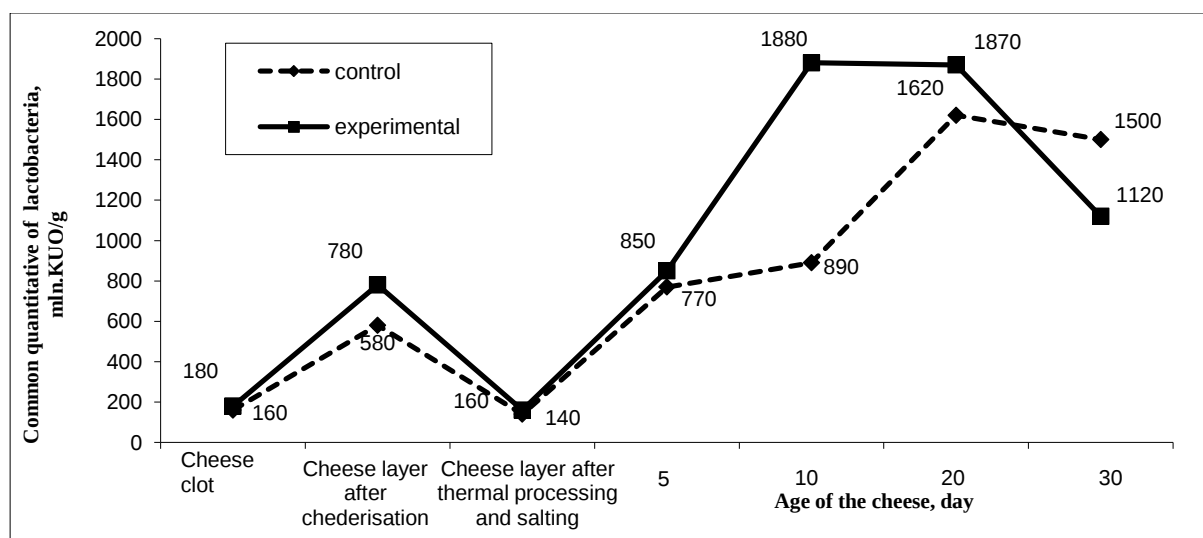


Fig. 1. Quantitative change of bacteria in the process of production and ripen of cheese with the chederisation and thermal processing of cheese mass, mln.KYO/g

As we can see from the showed facts, the adding of elamin when preparing the milk had the positive influenced on the development milkyacid microflora. Common quantitative milkyacid bacteria already after chederisation was higher in the experimental cheese in comparison with the control. Specially considerable was the difference of common quantitative milkyacid microflora in the control and experimental cheeses on the 10th days of ripen. After 10 days of ripen the quantitative of milkyacid bacteria in the experimental cheese with the elamin has been decreased gradually. The last conditioned by full transformation of lactose to the milk acid and, as a result, by disappering milkyacid bacteria start after 20 days of ripen. After milkyacid bacteria has disappeared from it's cells as a result of disintegration, would secrete the protheolite ferments, which would lead the process of deep disintegration of proteins with formation unpoteins azote. The facts about disintegration proteins substances are showed on the Fig. 2.

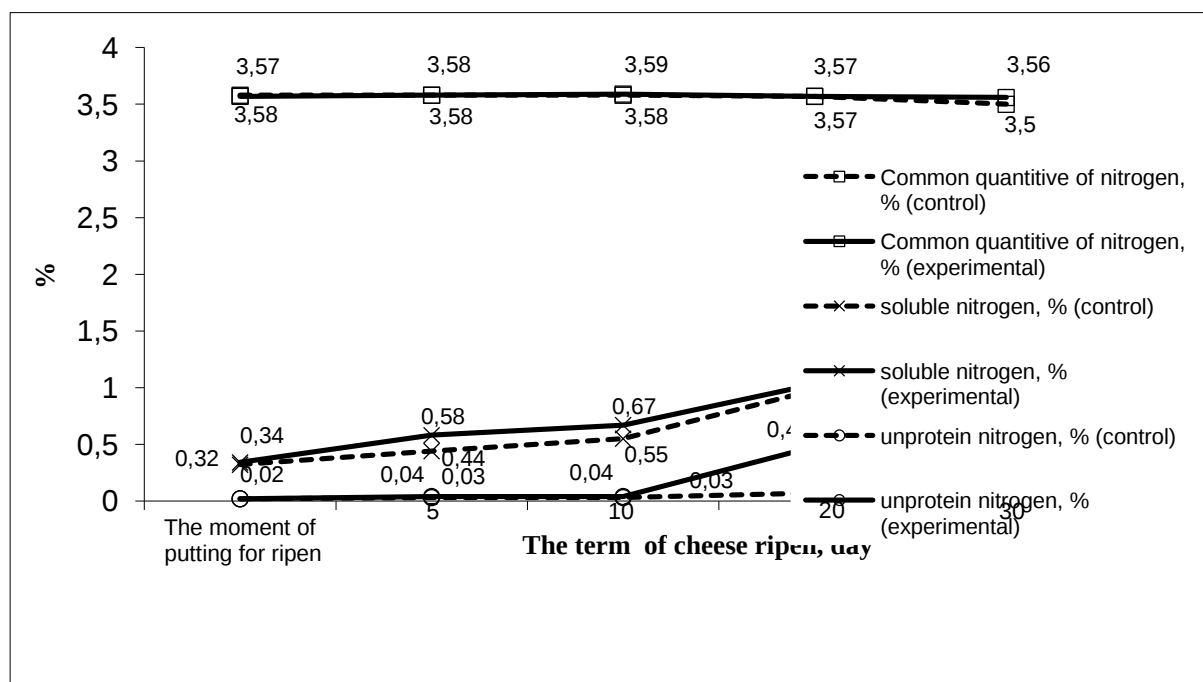


Fig. 2. The disintegration nitrous substances towards cheese's ripen

It is known, that in the cheese with adding elaminy the disintegration nitrous substances passing more intensive, than with the control cheese. The quantitative of proteins dissoluble and unprotein azote, in ripen process of cheese enlarged and amount to the maximum significance at the and of ripen. Disposition of disintegration protein substances shows the common protheolite process and serve the main indicator of ripen speed and degree it maturity. As we can watch from the quantitative of dissoluble and unprotein azote, experimental cheese becomes maturity earlier than control. After 20 days of ripen Cheddar with elamin had delicate, soft consistence, and characteristic taste properties, which ensured it

high appraisal. The control cheese got the same taste appraisal just after 30 days of ripen. This was confirmed also by the results of testing. So, microelements, which are the members of the composition of elamin speeded up his biological value. Given that vitamins are indispensable substances for the human body, determination of their content in cheese is of vital importance. According to our calculations, elamin and vitamin C supplement are supposed to fortify cheese with such vitamins as ascorbic acid, β -carotene, B-group vitamins. Analysis of the research results shows that the use of dietary supplements, namely elamin and vitamin C supplement of capsicum, in the production technology of Cheddar-type cheese significantly fortifies them with indispensable for the human body vitamins and provides satisfaction of the daily requirement of a human for them in retinol by 73,12%, tocopherol – by 25,41%, thiamine – by 36,7%, riboflavin – by 26,0%, pyridoxine – by 15,4%, nicotinamide – by 55,2% and ascorbic acid – by 48,1% (Table 1).

Table 1. The content of certain vitamins in cheese

Table 1. The content of certain vitamins in cheese			
Name	Cheese		Daily rate
	Control	Experimental	
Water soluble mg / 100 g			
Ascorbic acid C	0	38,5 ± 0,2	60,0
Thiamine B1	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,1	2,0
Riboflavin B2	0,2 ± 0,1	0,5± 0,1	2,0
Pyridoxine B6	0	0,4 ±0,1	2,5
NiacinPP	0,3 ± 0,1	5,5 ± 0,1	10,0
Fat-soluble mg / 100 g			
Tocopherol E	2,0 ± 0,2	3,5 ± 0,4	10,0
Retinol A (mg / 100 g)	173,8 ± 5,5	731,2 ± 5,5	1000,0

The experimental data received show low content of ascorbic acid in the experimental cheeses, though vitamin C supplement of capsicum contains a considerable quantity of this vitamin. It can be explained by low persistence of vitamins; therefore most of them are destroyed during high-temperature processing endured by Cheddar-type cheeses. Given that mineral substances play an important role in the human livelihood, we have researched the content of mineral substances in the experimental cheese. As for people living in the areas polluted with radionuclides, heavy metals and toxic substances, the importance of mineral

substances and their balance in the human body is even higher. Besides, mineral substances play an essential role in indispensable processes in the human body; some of them possess radioprotective properties. So mineral substances play an important role in performance of different functions of the body, and avert absorption of radionuclides, which is of prime importance in the context of the present-day environment (Kravciv et al. 2000, Priadko 2012, Priadko 2013).

The data on the content of separate macroelements and trace elements in the reference cheeses and cheeses fortified with elamin and vitamin C supplement is laid down in Table 2.

Table 2. Mineral composition

Name	Cheese		daily rate
	Control	Experimental	
Macro elements, mg / 100 g			
Calcium	548,0±6,4	860,0±5,4	1000
Phosphorus	415,0±5,3	435,0±6,3	1200
Magnesium	320±5.0	580,6±9,0	400
Sodium	612,0±3,2	775,0±5.0	4000
Potassium	67,1±4,5	116,5±5,0	2500
Trace elements, mg / 100 g			
Iron	950±3,5	1200±4,8	10000
Cobalt	6±0,5	26±4,0	100
Manganese	0	2,8±0,7	200
Copper	200±10,0	300±10,0	2000
Zinc	1050±5,0	1150±2,0	15000
Iodine	5,0	100,0	200

Analyzing the data contained in the Table we can claim that the added supplements increase the level of mineral substances in the experimental cheese, which permits to increase the biological value of the product. It is important due to the fact that calcium, the content of which in the experimental cheese goes up by 56 %, is the basis for bone tissue, normalizes carbohydrate and water metabolism, is involved in the processes of transmission of neuromuscular excitation. Potassium regulates activity of the cardiac muscle, skeletal muscles, is involved in metabolic processes in the kidneys, regulation of water-electrolyte metabolism and osmotic pressure and thus it is indispensable for a human being. The content of potassium in the cheese fortified with herbal supplements has gone up by 73,6%. And there

is observed an increase in the content of ferrum by 44,4%, the biological role of which is very essential. Ferrum is a part of the functional group of hemoglobin, myoglobin and many essential enzymes (cytochrome, peroxydase), maintains oxygen transport and tissue respiration. Manganese, the content of which is up by 33 %, plays an active role in redoxes, enhances peptization (cleaves peptide bonds in amino acids), promotes oxidation of glucose in the Krebs cycle, regulates phosphorus and calcium metabolism and blood formation. Iodine, the content of which in the cheese with addition of elamin goes up by 250%, takes an active part in the synthesis of hormones of the thyroid gland (thyroxin and triiodothyronine), which control the state of energy metabolism, the intensity of the basal metabolism, regulate the functions of the nervous system, influence the activity of the cardiovascular system and the liver. So the cheeses, in the production technology of which biologically active supplements are used additionally, are a valuable source of mineral substances, which are essential for a human body. Lowering caloric value of the experimental cheese by 7,6% by means of reduction of fats in the cheese by 12,4% is a positive sign in the context of the progressive trend of development of diseases related to impairment of the fat balance (Table 3).

Table 3. Makronutrient main content in 100 grams of cheese

Name	Control	Experimental
Moisture, %	43,0±0,5	45,4±0,5
Fat content, %	27,5±0,1	24,1±0,01
Mass fraction of protein, %	28,0±0,1	28,6±0,1
Energy value, kcal	340,5	336,6

3. Conclusions

It is determined that adding such dietary supplement as elamin (of sea kelp), vitamin C supplement (of capsicum) in the milk prior to its coagulation promotes growth of the fermented milk microflora of the cheese during its ripening; the volume of the fermented milk microflora in the experimental cheeses under the impact of trace elements is on the average 1,2 times higher than in the reference cheeses, which promotes enhancement of biochemical processes and acceleration of proteolysis of the cheese mass. It is proved that the experimental pieces of cheese contain more humidity, which results from syneresis of the coagulate, which is explained by adding elamin, being an emulsifier and a plasticizer of the cheese mass, and making an impact on the intensity of the course of microbiological and biochemical processes. It is established that in the cheeses, produced of the milk fortified with dietary supplements, the disassimilation of the nitrogenous matter occurs more intensely comparing

to the reference cheese produced without such supplements. It is revealed that enhancement of proteolysis of the proteins has resulted in increase of the quantity of free amino acids in the cheese under the influence of mineral substances which are components of elamin.

Based on the organoleptic test performed on the experimental and reference pieces of cheese it is proved that the cheese with supplements is characterized as being of higher quality and has better organoleptic properties, comparing to the reference cheese; the process of ripening of the experimental cheese was accelerated by 33,3%. The experimental cheese in the 20 days age has properties of the ripened (30 days) reference cheese. It has been found out that mineral substances of the dietary supplements come from the normalized mixture into the finished product and get accumulated in it, fortifying it with macroelements and trace elements, and most importantly with iodine, raising by that the nutrient value of the experimental cheese by means of optimization of its mineral and vitamin composition.

References

Perfilev G.D., Mjagkonosov D.S., 2001. Studies acid formed processes, carried out in the milk by the crops of microorganisms, which used when receive taste- aroma additions\\ Functional products - technological aspects of production: Collection science works.- Moscow. P 196.

Kravciv R.J., Dronyk G.V., Mel'nyk O.R., 2000. The influence of microelements on the microflora activity of ferment for solid cheeses. Scientific herald LDABM nam. Gjyckogo.- Lviv. Volume – 2(2). –Part- 2.- P.-39-44.

Mel'nyk O.R., Kravciv R.J., Dronyk G.V., 2012. Peculiarity microbiological processes in solid rennet cheese under influence some microelements. Collection of scientific works of Vinnyc'kyj national agrarian university. – Vinnyc'a BDMY.- Issue 11.- P.-98-100.

Priadko O.A., 2015. Mathematical modeling technology of experimental cheese. Proceedings of international scientific conference of young scientists and students "Scientific achievements of young people - solving the problems of human nutrition in the XXI century", 23-24 April 2015 - K .: NUFT, 2015 - Part 1. - S325-326.

Priadko O.A., 2016. Analysis of the quality management system and the dairy industry to develop proposals for improving. Commodity Bulletin: Scientific prats.- Issue 9. Redkol .: vilp. Ed. prof. Baidakova LI-Luck: LNTU, 184-190.

Priadko O.A., 2010. Nakopychennya volatile fatty acids cheeses such as Cheddar maturation. Materials of international seminar "Problems of improving the quality of

consumer goods Ukraine and Belarus". Lutsk National Technical University. -Lutsk: LNTU.- Luck: editorial view. NTU Department of Lutsk, 88-90.

Priadko O.A., 2012. Consumer properties Cheddar cheese type. Consumer Policy of Ukraine: the challenges of globalization and European integration materials Int. Nauk.-prac. Conf. (Kyiv, March 28-29, 2012). Vidp.red. A.A. Mazurak. -K.: Kyiv.nats.torh. Economy. Inton, 218-221.

Priadko O.A., 2013. The quality of Cheddar cheese type dietary supplements during storage. Food Additives. Eating healthy and sick human materials VI Int. Science. Pract. Conf., March 21-22, 2013., m. Donetsk, head. Ed. O.O. Shubin. -Donetsk: DonNUET, 251-253.

The analysis of international requirements on food safety, environmental protection, and worker health, safety and welfare

Nataliya Silonova⁽¹⁾, Nataliya Slobodyaniuk⁽²⁾

¹Faculty of food technologies and quality management of products of agro-industrial complex, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

Nataliya Silonova: silonova@ukr.net

Summary

The paper analyzes the current approaches to safety and quality the process of strawberry cultivation to introduce the basic elements of a code of good agriculture practice. Identified control points of Global GAP system in terms of cultivation the strawberries, which include: field history and field management, workers' health, safety and welfare, waste and pollution management, recycling and reuse, environment and conservation and traceability. Developed the hygiene program, aims to workers' health, safety and welfare, which included the elements that meet to the essential requirements of good hygiene practice

Keywords: Global GAP, safety, hygiene practice, quality, control points

1. Introduction

Growing consumer demand for knowledge in the area of food safety and producer accountability on what is applied to fresh produce is resulting in a greater need for transparency in the industry. In addition, the need for safe, fresh fruits and vegetables year-round requires producers of compliance with standards for safety and quality. Now the most important in modern industrial countries are gardening problem of determining the set of factors effective functioning of the industry, their role and importance in the production process. For the production of quality and safe fruit products have become one of the priority areas of agriculture (Kuz'o 2013). Strategic goal of horticulture industry in Ukraine is saturation of domestic food market competitive products and radical expansion of their exports; expand production of environmentally friendly products through the transition from an industrial-chemical methods to biological farming; farming increase the intensity by improving technologies and organization of production based on the use of science and technology (Yermakov et al. 2011). Today in Ukrainian horticulture employs more than 100 enterprises of different ownership, which growing there planting area and the volume of production. The level of productivity fruit-bearing plants is gradually increasing, which is associated primarily with the use of new technologies in the production of fruits and berries, increased levels of intensification of the industry. In the commercial production of berries, the most popular crops are strawberries, raspberries, currants and gooseberries, the bulk of the berries, over 80% - is consumed fresh (Kondratenko et al. 2008). This food commodity is often consumed as a perishable product receiving no or only minimal processing. Berries are also consumed as highly processed products such as components of jams, preserves, heat

treated fruit juices or purées and dried fruits which can be shelf-stable. For the recommendation of possible specific mitigating options and the assessment of their effectiveness and efficiency to reduce the risk for humans is very necessary to provide implementation of food safety management systems including: Good Agricultural Practices (GAP), Good Hygiene Practices (GHP), Good Manufacturing Practices (GMP) and Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) should be primary objectives of berry producers.

Good Agricultural Practices (GAPs) is a system of rules and principles, covering all aspects of agricultural activity and protects the environment from any adverse impact of agriculture. GLOBALGAP is a pre-farm-gate standard that covers the whole agricultural production process, from before the plant is in the ground or the animal enters the farm to non-processed product (processing, manufacturing or slaughtering is not covered, except for the first level of product handling in Aquaculture). Only products covered by the GLOBALGAP Product List, published on the GLOBALGAP website, can apply for certification. GLOBALGAP does not cover wild/catch, wild fish/catch or crops harvested in the wild. Agricultural producers who comply with the provision of GAP having a more likely and easier methods for environmental protection, human and animal health and preserving the original appearance of the environment to biodiversity of wildlife and plants .

Issues addressed include:

- site selection and adjacent land use;
- purity of water source;
- fertilizer usage and pesticide monitoring;
- wildlife, pest, and vermin control;
- worker hygiene and field sanitation (EurepGAP).

Good Health/Hygienic Practices (GHP) include all practices regarding the conditions and measures necessary to ensure the safety and suitability of food at all stages of the food chain. Good Manufacturing Practices (GMPs) - these guidelines describe practices for the safe manufacture of foods. They are required by law (section 21 of Code of Federal Regulations, part 110) and apply to all food manufacturing companies. GMPs are prescribed for four main areas of food processing:

- personal hygiene to prevent the spread of illness;
- adequate buildings and facilities;
- sanitary food-contact surfaces (e.g. equipment and utensils);

- process controls to prevent cross contamination Sanitation Standard Operating Procedures (SSOPs).

These are mandatory for all food processing plants subject to HACCP. Although specific protocols may vary from facility to facility, SSOPs provide step-by-step procedures to ensure sanitary handling of foods. These documents describe procedures for eight sanitation conditions:

- safety of water;
- cleanliness of utensils and equipment;
- prevention of cross-contamination;
- hand-washing and toilet facilities;
- protection of food from contaminants;
- labeling, storage, and use of toxic compounds;
- monitoring employee health;
- pest control.

Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) - these regulations are being developed by FDA to establish safety standards throughout the food industry. For berries, they are required for juice products. The program focuses on preventing hazards that could cause food-borne illnesses. It relies on the application of science-based controls at all steps, from raw material to finished products. HACCP involves seven principles:

- identify possible food safety hazards;
- determine critical control points;
- establish preventive measures;
- monitor the manufacturing process to detect hazards;
- plan corrective actions;
- prepare a method to verify that the HACCP plan is working;
- document the HACCP system by maintaining records.

Good agricultural practices (GAPs) and good manufacturing practices (GMPs) during growing, harvesting, washing, sorting, packing, and transporting of fresh berries will minimize the microbial food safety hazards. Developing specific step-by-step SSOP protocols and implementing an HACCP program will further ensure the safety of fresh and processed products, from farm to market (Sliva). The quality management system is a series of policies and procedures about how the group functions. It includes procedures for inclusion in the group, how internal auditing will be performed, what happens if a group member fails an

audit, and other key components important to the function of the group. The quality management system needs to be certified through an audit for the group to be successfully GAP certified.

The object of research is a set of economic operations associated with the use of modern approaches to ensure an adequate level of safety and quality for growing berries in research farm.

The aim of this study is to develop recommendations to minimize risk reduction in safety for growing berries by tracking the entire production cycle.

2. Materials and methods

Methodological and informational basis for scientific research is labor, materials, periodicals and regulations that govern the requirements for product quality and safety horticulture

3. Results and discussion

Farm operators should take steps to develop worker hygiene policies, appropriately train all employees on these policies, and document worker hygiene training. Pathogenic, or disease-causing, microorganisms can be spread to fresh fruits and vegetables from employees if they are ill and actively shedding those pathogens in their stools. Open sores and lack of hygiene also can be routes for contaminating produce. Therefore, it is essential for workers to understand and practice appropriate personal hygiene to reduce the likelihood of contaminating produce or the surrounding environment (e.g., water, field, packinghouse) or spreading illness to other workers.

On the territory of Rudnyanska berry farm are the berries grow in correlation shown in Figure 1.

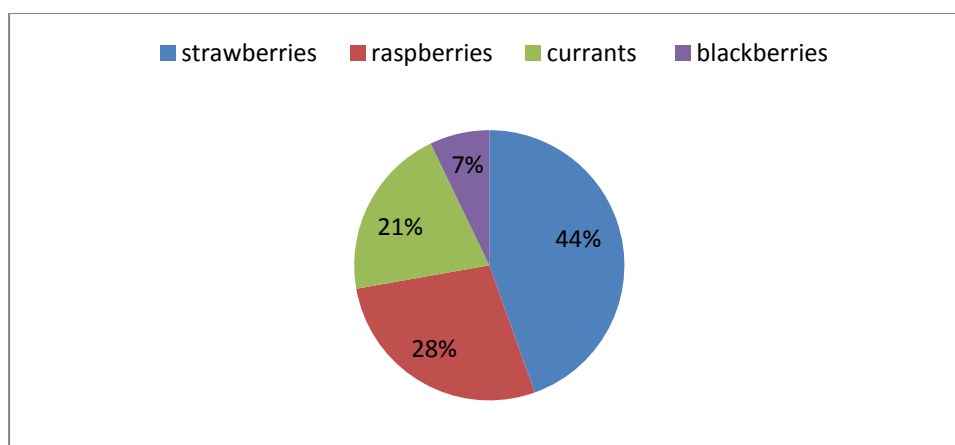


Fig. 1. Value berries growing on the farm

Further, an analysis of risks loss of safety in the production of strawberries, given the dominant position of this culture on the farm.

The control points of the Global GAP system are divided into three types: basic, secondary and recommendatory. To pass certification, the manufacturer must meet all the basic requirements and 95% of secondary. By recommendation, the required minimum is not specified. It is also important that not all control points are relevant for a particular farm, in which case they can be missed. Global GAP requirements applied the Control Points of the following sections:

Field history and field management: includes knowing what the land was used for prior to strawberry planting. It is important to know previous land use mainly because of the potential for toxic or harmful chemical residues, excessive levels of heavy metals, or persistent populations of human pathogens that are associated with fecal contamination. Processing water should be potable so it does not contaminate strawberries. Packers should ensure that water quality is adequate for its intended use, both at the start and at the end of all post-harvest processes. Therefore: a) Use potable water for all strawberry washing, cooling, dipping, icing, and processing, b) Reduce the risk of contaminating processing water by: periodic water sampling and microbial testing; ensure packinghouse water sanitation; change water as needed to maintain sanitary conditions; clean and sanitize water contact.

Workers' health, safety and welfare: worker hygiene plays a critical role in minimizing potential contamination in strawberries. This is especially true for fresh fruit which has multiple "touch points" with human hands during harvest and postharvest. It is necessary for preventing occupational injuries and illnesses to provide the principles: have one person to implement and maintain the program; enforce safety policies, practices and procedures; communicate to employees what is required regarding safety; review the safety program with all new workers at time of hire; correct hazards found during inspections; TRAINING and re-enforcement of training in general work safety practices and illness prevention maximizes compliance by workers.

For people working in the berry farm was developed the hygiene program (Figure 2), which included the following elements: basic employee hygiene, hand-washing practices, toilet use, establishing an illness policy, employee food and drink policy, blood and bodily fluids policy, establishing training programs and visitor policy.



Fig. 2. The components of workers' health, safety and welfare program

Basic employee hygiene - is that employees should be instructed to wear clean clothes and bathe on a regular basis before coming to work. Any boils, sores or cuts must be covered with a waterproof dressing, such as a bandage and a glove on a hand. In instances when wounds cannot be covered, workers should not be allowed to handle produce or come in contact with equipment or packaging.

Practice good hygiene, including bathing and showering: keep fingernails short. Long nails provide hiding places for soils and microorganisms and make handwashing difficult. They also can puncture the skin of fruits and vegetables, which provides conditions for growth of spoilage or disease causing microorganisms; do not allow work clothes to become excessively dirty. Filthy work clothes can become a source of contamination; change or cover clothes and shoes or boots when moving from areas where animals are housed or graze to areas where produce is harvested and handled.

Establishing an illness policy. Ill workers should be excluded from working directly or indirectly with produce. Ill workers can contaminate produce easily and make other workers ill. Signs of illness include fatigue, fever, diarrhea and vomiting. Employees should be instructed not to work if they are exhibiting any of these symptoms and should not be allowed to return to work until they are symptom free for 24 hours.

Develop policies for employees concerning food and drink. The owner should develop a policy that states that employees cannot have food in the field or packinghouse. The owner should also designate a break area where it is appropriate for employees to eat and drink and that is located away from produce and food-contact surfaces so as not to be a possible source

of contamination. The person in charge also should make sure that employees have ready access to potable water at all times.

Hand-washing practices. The operator should establish when the employees are to wash their hands and assure adherence to these practices through training and signage at hand-washing stations. Employees should be instructed to wash their hands for at least 20 seconds using soap and water while vigorously scrubbing hands and under fingernails and to dry their hands with a single-use paper towel. Workers should wash their hands before starting work, after using the toilet, eating, drinking, smoking, or any time their hands may have been contaminated. Hand washing facilities must be accessible to employees. A hand-washing station should be located within a quarter mile of each employee at all times.

Toilet use. Employees should understand that they are expected to use toilets and should not urinate or defecate in or near the field or around the packinghouse. This scenario could be a source of contamination for produce and creates an unsanitary environment. Under recommendations the Occupational Safety and Health Administration 1 toilet for 15 people.

Blood and bodily fluids policy. The farm also should include a written policy that specifies the procedures and handling or disposition of food or food-contact surfaces that have been in contact with blood or other bodily fluids. Food-contact surfaces that are not disposable should be cleaned thoroughly with a detergent, rinsed with potable water and sanitized prior to being put back in service. Produce and any disposable food-contact surfaces should be thrown away. The impacted person should be removed from the harvesting location and attended to with a first-aid kit or other medical interventions.

Establishing a training program. Every employee should be trained on the importance of good hygiene, proper hand washing, usage of toilet facilities, illness policy and dress code. When training, the operator should be mindful of the employee's native language and conduct training in a language that the workers understand to assure that the employee is familiar with the farm policies. All training should occur before employees begin working, at least on an annual basis or before a new harvesting season. Operators also should document when trainings occur and check to make sure that employees are complying with hygiene policies.

Visitor policy. Visitors to your farm also should be educated on hygienic practices, and operators or employees should accompany them while on the property to make sure they adhere to your policies. Visitors should be required to sign in on a visitor log to document their visit.

Waste and pollution management, recycling and reuse: waste minimization should include: review of current practices, avoidance of waste, reduction of waste, reuse of waste,

and recycling of waste. Must be clear what is done with waste production (waste, garbage in appropriate places, cooperation with companies engaged in processing, etc.). To obtain a certificate the manufacturer must also demonstrate that doing to improve biodiversity on the farm and around it.

Environment and conservation: another requirement concerns the system of registration and management of complaints regarding the activities of management and production, i.e. complaints of inadequate quality of products and activities that harm people or the environment. Also, the economy should be developed rules of action in case of withdrawal of goods from the market.

Traceability: is a system refers to the complete system of data and operations capable of maintaining desired information about a product and its components through all or part of its production and utilization chain.

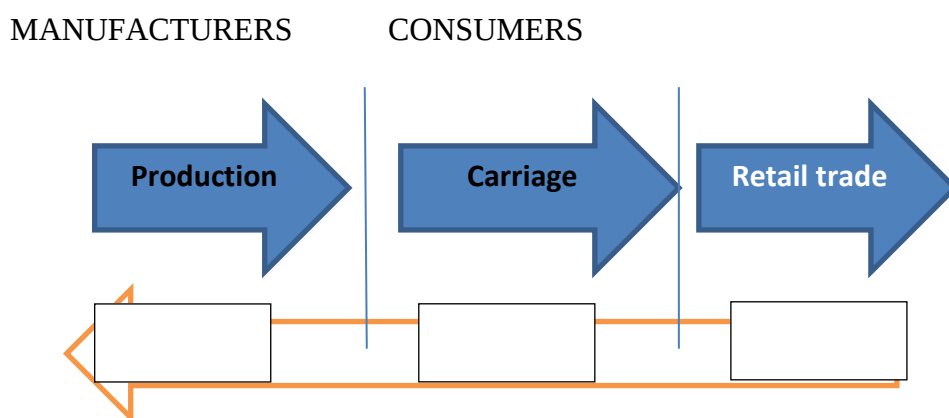


Fig. 3 Ensure traceability of production

Traceability in agriculture and the food industry sector is applied mainly to two combinations, i.e., product/process (progress), and product/localization (location). Traceability can be described as a combination of the flow of substances and that of information. Traceability systems contribute to the ability to withdraw and/or recall products if necessary.

Overall control points are more, they relate to all stages of production - from seeds, seedlings and saplings to the collection and storage of the crop. In reading the documentation for the certification of detail they can find.

In fact, Global GAP based on the principle of self - a responsibility of the manufacturer to achieve compliance at all control points. The manufacturer determines the steps that need to be done to achieve a certain checkpoint, and when, in his view, the farm

meets all the requirements of this conformity by an independent third party - certification body.

4. Conclusion

So, it analyzes the main control point where the risk of loss due berries and safety. Developed the hygiene program, aims to workers' health, safety and welfare, which included the elements that meet to the essential requirements of good hygiene practice: basic employee hygiene, hand-washing practices, toilet use, establishing an illness policy, employee food and drink policy, blood and bodily fluids policy, establishing training programs and visitor policy.

Certification of compliance with the requirements of Global GAP Management provides a number of advantages, including the ability to identify processes and procedures confidence of stakeholders in the quality and safety of berries, the ability to effectively identify, define and manage risks and to use the most efficient in their work management tool manufacture and supply of safety products that can be integrated with other management systems.

References

EurepGAP. Transition Comparison Integrated Farm Assurance, VS3 – Mar 07. 6. Good Agricultural Practices: principles [online]

Kondratenko P. V., Shestopal', O.M. and Barabash, L.O., 2008. Theoretical principles of the industrial horticulture regeneration and progress in Ukraine, Sadivnytstvo, Online , vol. 61, available at: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/Sad/2008_61/1.pdf (Accessed 10 May 2016).

Kuz'o N., 2013. Certification Global G.A.P.: about how we close, Ahrobiznes s'ohodni, Online, vol. 12 (259), available at:

http://www.agro_business.com.ua/agromarketing/1675_sertyfikatsiia_globalgap_blyzko.html (Accessed 15 May 2016).

Sliva U., Certification of Ukraine agricultural production according to requirements of GLOBAL GAP. Electronic resource Access: irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe

Ušćebrka G., Žikić D., Stojanović S., Kanački, Z., 2009. Requests of EU and GLOBALGAP in Procedure with By-Products of Agriculture. International Convention on Quality 2009: „Quality for European and World Integration“, Belgrade, Total Quality Management & Excellence, 37,(1-2): 165-168.

Yermakov O. Yu., Kisil' M. I. and Chornodon V. I., 2011. Efektyvnist' investytsij u sadivnytstvo The effectiveness of investment in horticulture , Krok, Ternopil', Ukraine.

Features of the implementation of Global G.A.P standard requirements in terms of agricultural production Ukraine

Yuliia Slyva⁽¹⁾, Larisa Bal-Prylypko⁽¹⁾, Olga Demidenko⁽²⁾

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

²Kyiv National University of Technologies and Design

Yuliia Slyva: yulia_sliva@mail.ru

Summary

The article set the goal to analyze issues on the implementation requirements of farm enterprises in Ukraine. The basic critical points for farmers, problems of misunderstanding by consumers benefit from the use of certified products, there is no clear understanding of the manufacturer of permissible claims handling fertilizers and crop protection products, lack of infrastructure, the problem of disposal of packaging, the use of outdated technology. Installed urgency for implementing requirements of these ways of development.

Keywords: Global G.A.P, standard, agricultural production, Ukraine

1. Introduction

Global G.A.P.'s roots began in 1997 as Eurep GAP (European Working Group on retail food products). The impetus to its emergence was the dissatisfaction of consumers with existing systems of product evaluation by safety criteria. British retailers working together with supermarkets in continental Europe become aware of consumers' growing concerns regarding product safety, environmental impact and the health, safety and welfare of workers and animals. Therefore, their decision was to harmonize their own standards and procedures and develop an independent certification system for Good Agricultural Practice (G.A.P.) The main difference from the previously existing standards was the evaluation of not the final product, but the tracking of growing technology. If the cultivation of products is carried out with an assessment of possible risks and within the limits of clearly established technological requirements eliminating the contamination of products, then the final product, a priori, can be considered safe. Proceeding from this, the control points of the new standard were developed, covering the whole process of cultivation, primary processing, and storage and even sending the products to the buyer. The guarantee of safety, and on the other hand - sufficient democratic and reasonable requirements of this system contributed to the successful promotion of it in all regions of the globe. Therefore, when a new version of the standard was developed at the end of 2007, it was called Global G.A.P instead of Eurep GAP. In Europe, the first certified farms appeared in 2003. Since 2004, this phenomenon has become massive, and since 2006 has acquired an international character. Global G.A.P. is one of the world's leading farm assurance systems that offers a clear focus on food safety paired with other significant elements of Good Agricultural Practices, a transparent and robust integrity system

equipped with an increasing flexibility to respond to market requirements, and modular and customized solutions for certification, farm assessments, and capacity building. Today, over 160 000 primary producers are under Global G.A.P. certification in 124 countries. Global G.A.P. schemes primarily focus on product safety, environmental impact and the health, safety and welfare of workers and animals. The control points of the standard cover the production of almost all types of agricultural products. In addition, of the total number of certified farms, 74% of crop production falls, 17% of livestock products, and 9% of aquaculture. The current Version 5 of the Standard published in mid-2015 provided for an obligatory tightening of the hitherto criteria from the previous version. Global G.A.P. strongly recommends that all producers carry out risk analyses that go beyond the compulsory points. Part of the joint work will be to assess the risks in a more differentiated manner, so that producers can ensure adequate consumer protection for specific cultivation. This corresponds to the political demand for effective consumer protection, as well as the increasingly demanding expectations of consumers when it comes to the safety of agriculturally produced food. Standard in its currently 5th version continues to pursue the goal of minimizing the risk of potential microbiological hazards. At the same time, the Standard gives producers the necessary flexibility to individually make use of innovative techniques. The new rules increase the flexibility for producers, but also their responsibility for taking possible risks into consideration even more. During the revision of the certification criteria for the Global G.A.P. Standard for Good Agricultural Practices the participating producers, retailers and industrial companies have, in the past five years, discussed intensively a potential health hazard through the application of fruit and vegetables.

The requirements of the standard are to track the process chain. Therefore, the first requirement for a farmer is the detailed registration of all measures used in the growing process. The key elements of registration are:

- Occupational safety, industrial hygiene and sanitation;
- Environmental protection;
- Analysis of production risks;
- Procedure for handling complaints;
- Procedures for tracking and returning products;
- Inventory balance;
- Food safety policy;
- Origin and quality of seed;

- Soil availability for agricultural production;
- Soil analysis and adequacy of the developed fertilizer system;
- Compliance with the applied plant protection system - the introduction of an integrated protection system;
- Rational use of water;
- The condition and correctness of ongoing measures for harvesting, refining and storing products.

Global G.A.P certification is precisely the tool that, based on the tracking of production technology, allows you to confirm or disprove the conclusion about product safety. Global G.A.P takes into account not only chemical contamination of products. At us it is accepted to pay attention first of all on chemical and radiating pollution. But the possibility of mechanical clogging of products, as well as microbiological contamination, is almost not taken into account. Although these risks are high enough, they are dangerous and can lead to big problems with the health of consumers. Today, the main engine of the Global G.A.P standard is trading networks, processing enterprises and catering enterprises. Guaranteeing the safety of products on the shelves is one of the main requirements. For example, in the vast majority of European supermarkets, the compliance of purchased products with Global G.A.P requirements is a key condition. In Ukraine, some companies that are members of Global G.A.P are also represented. First of all, it is a chain of supermarkets Metro Cash and Keri (METRO Group), Billa network (REWE Group), McDonald's Ukraine Ltd. (McDonald's Europe).

Trends in the world could not bypass Ukraine. Integration into the world community, growth in the level of agricultural production, overproduction of certain positions, increased competition and the loss of the market of the Russian Federation contributed to the fact that our producers began to think about where and how to sell the grown products. Since 2005, Ukraine is beginning to show interest in the topic of certification of vegetables and fruits in terms of safety for consumption. In 2007, the first two farms have passed the international audit on safety criteria and received the EurepGAP certificate. Then the farms in the Odessa region and Vinnytsia were certified. Despite the fact that these are only two farms - the introduction of a European certification system in Ukrainian conditions was a big step forward. Indeed, in 2007, the very possibility of a successful audit of agricultural enterprises in Ukraine was confirmed, the local production conditions were linked to global requirements, and at the end, the reality of introducing the Global G.A.P system was confirmed.

In recent years, there has been a steady increase in the interest in Global G.A.P certification for virtually all participants in the process: farmers, domestic and international trade networks, processing enterprises and consumers already in the past year the number of certified farms has increased to 14. In addition, many farms have already passed an initial audit, and the implementation of this. The system will be continued this year. At the same time, the assortment of certified crops expanded significantly and potatoes, peaches, strawberries, greenhouse tomatoes, as well as high-margin crops - blueberry, honeysuckle - were added to apples, carrots and garlic.

Why is Global G.A.P certification interesting in Ukraine?

First of all, the consumer wants to buy exactly the safe products. Supermarkets understand this desire and are interested in purchasing exactly such products. A farmer who has implemented the Global G.A.P system demonstrates openness and responsibility for its products. This always has a positive effect on the image and promotes implementation. Products certified by the Global G.A.P standard are safe for consumption. In this regard, the threat of complaints about its inferiority disappears. The past three years have shown that it is very important to diversify sales markets. The threat of overproduction of products or a more favorable market conditions cause the need to enter foreign markets. Today, a certain part of domestic fruit and vegetable products is exported to other countries of the world. First of all, these are the countries of the post-Soviet space. However, a certain share of our products also falls on the European market. The Ukrainian farmer, here loses a lot, since the lack of certification automatically leads to understatement of procurement prices. According to many foreign experts working in the field of agriculture and trade, certification of Global G.A.P is the most important component of a successful and equitable access to the world market. Certified products are an excellent raw material for processing, because the use of safe raw materials is the key to obtaining a benign end product. Global G.A.P certification acts as an important element of trust, which allows creating trustful and reliable relations between the consumer, the farmer, the supermarket and the processor.

Based on previous experience, I would also like to expose a number of problems that can be encountered in the process of implementing the Global G.A.P system.

1. Unfortunately, in the understanding of the Ukrainian consumer, products grown in the private sector and sold on the market are safer, and therefore more useful, in comparison with that grown by farmers and sold through supermarkets. What is wrong. After all, a private producer, like a farmer, uses mineral fertilizers and pesticides. And here the risk is not in the fact of using chemicals, but rather in the regulation and technical regulation

of the process of chemical treatments. For example: for each chemical preparation, technical regulations for their use have been developed: dosage, tank mixture consumption per hectare, waiting times and climatic factors of application (temperature, wind speed, precipitation). Since the farmer cultivates larger areas in comparison with the private sector producer, the costs of plant protection products are much higher. Therefore, in order to save and reduce the cost of production, to strive to reduce the use of pesticides and to more efficient use of pesticides. On the other hand, under what conditions is the application of pesticides and fertilizers more uniform? When using manual sprayers (or often even brooms) or using a wide-grip technique?

2. Both the farmer and the consumer, as a rule, do not have information about the permissible level of residues of pesticides and other chemicals in the finished product. In Ukraine, there is a well-developed technological regulations for the use of pesticides and fertilizers and sanitary standards for the allowable level of residues in cultivated produce. To appease the domestic consumer, it should be noted that in Ukraine, as a rule, the permissible level of residues in products is much lower than in a number of other countries (Table 1).
3. Many of the Ukrainian farms, for the time being, do not have a well-developed infrastructure. At the same time, the most necessary facilities are often absent: storehouses for products, fertilizers and pesticides, suitable premises for finalizing the products. Often, the modification takes place in the open air or in emergency rooms, sanitary norms in which are not observed.

Table 1. A permissible norms of pesticide residues (in mg / kg). Official data

Culture	Active substance	Ukraine	EU	Israel	Japan
Bow	Pendimethalin	0,01	0,05	0,10	0,20
	Metallaxyl	0,05	0,50	2,00	2,00
	Imidacloprid	0,07	0,10	0,30	0,10
Potatoes	Imidacloprid	0,05	0,50	0,50	0,50
	L-cyhalothrin	0,01	0,02	0,02	0,04
Apples	Triadimephon	0,05	0,20	0,50	0,50
	Tolyfluanid	0,02	3,00	0,05	5,00
	Deltamethrin	0,01	0,20	0,05	0,50
	Imidacloprid	0,07	0,50	0,30	0,50

4. Recycling of tare from fertilizers and pesticides remains a rather complicated issue. Sometimes these containers are simply burned or distributed and used in the household.
5. Unfortunately, we still have a poorly configured system for registering and filing complaints regarding the good quality of products, while this is an indispensable element for the successful certification of Global G.A.P.
6. A sufficient number of agricultural enterprises use equipment that does not meet technical standards for field work. First of all, it concerns the dosage of fertilizers and sprayers. The procedure of calibration and verification of this technique is almost not applied.
7. The overwhelming majority of farms do not consider it necessary to analyze possible production risks. The absence of such an analysis does not allow to react efficiently and in a timely manner to changes in the production situation in order to prevent product contamination.
8. Sometimes the planned fertilizer application rates are not credible, as they are developed on the basis of general recommendations, and not on the basis of soil analysis results. Only an annual determination of the nutrient content in the soil makes it possible to develop a sound fertilizer system.
9. There is concern about the increasing use of generics, as their use increases the risks of chemical contamination of products.

The construction of the Global G.A.P system in a single farm consists of certain stages: preparatory and proper inspection and certification. Based on the requirements of Global G.A.P, preparation and certification in order to avoid bias and bias is prohibited for one organization. Therefore, both the preparatory phase and certification should be clearly delineated.

The preparatory stage also consists of separate elements.

The main stages of the certification process presented in Fig. 1

At the stage of determining the area of certification manufacturer should choose the activity or product, which will undergo the certification process, as objects are Global G.A.P certification crops (fruits and vegetables, cereals, tea, green coffee, flowers and ornamental plants), animal husbandry and breeding aquatic animals and plants. During the preliminary

audit, a primary acquaintance with the economy takes place. Specialization, certified crops, the state of the machine and tractor fleet, the state of the labor protection system, acquaintance with the main specialists, etc. are taken into account. Preparation of the economy and introduction of conformity criteria is the main stage of the Global G.A.P system construction. In this case, the economy is analyzed in detail for all control points and brought into compliance with the requirements of the standard.

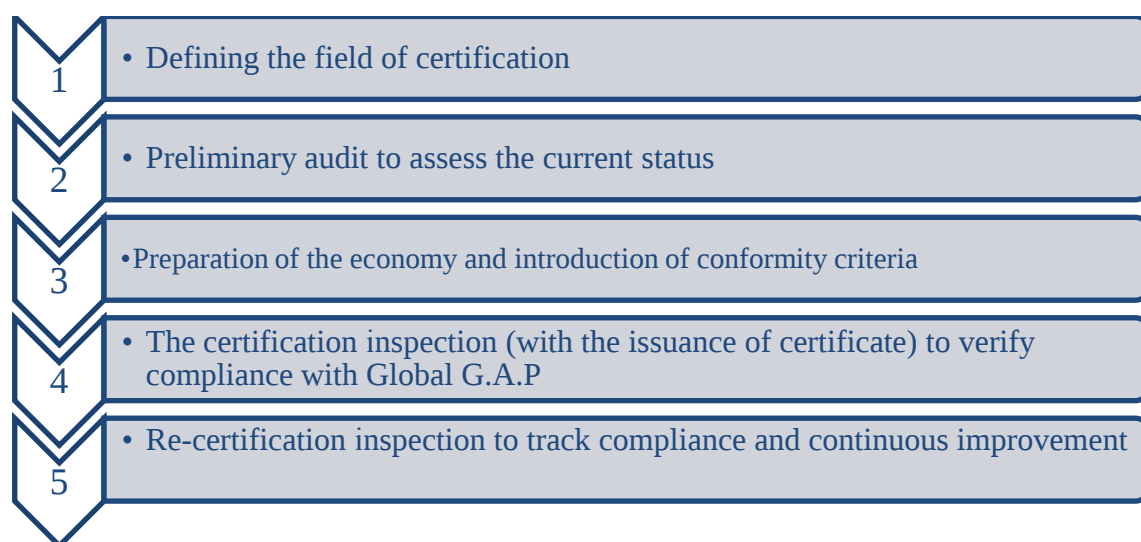


Fig. 1. The main stages of the certification process to confirm compliance with Global G.A.P

An analysis of production risks is conducted, appropriate procedures for tracking and returning products, document management systems, registration of technological measures, etc. are introduced. The necessary elements are introduced to determine the level of pesticide residues in products and much more. After bringing the economy in line with the control points of the standard, a special checklist is filled and an application for certification is submitted to the organization that will conduct the inspection. Inspection takes 4-8 hours. When it is carried out, the presence of a consultant is allowed, which at this stage has the right to provide advice or provide necessary explanations. If the inspection goes without remarks, the farmer receives a Global G.A.P certificate for 2-4 weeks. He is given a paper version and simultaneously an electronic version appears on the Global G.A.P website, anyone can familiarize with it. If, as a result of the inspection, inconsistencies were found in key points, the farmer and his consultant are given 28 days to correct them. After this, evidence is submitted to the certification body confirming the corrections and within 2-4 weeks the farmer receives a certificate.

2. Conclusions

In conclusion we note that the certification of production according to the requirements of Global G.A.P Management provides several advantages:

- Systematic approach - a clear identification of processes and procedures is beneficial to any business. Effective management of the economy is impossible without a comprehensive understanding of all aspects of economic relations.
- Confidence of customers - customers products (processors, and wholesale and retail trade) confident in the quality and safety of the resulting product. This is the path to long-term cooperation.
- The confidence of consumers - consumers are confident in the quality and safety of agricultural products, which promotes trust in the manufacturer, and - positive impact on the development of this market sector.
- Risk Management - reduces the possibility of contamination of products, which helps protect the environment, improve production hygiene and sanitation.
- Protection of the law - in most countries Global G.A.P. system is the most effective tool for production management and supply safe products. (Certification of the system according to Global G.A.P significantly increase consumer confidence in him.)
- Exit the leading European and world markets - the vast majority of retailers are working with a system Global G.A.P, precluding the entry of non-certified products and at the same time promotes certified products.

References

- GLOBALG.A.P, 2017. Electronic resource - Access: <http://www.globalgap.org>
- Kuzio N., 2013. Certification Global G.A.P .: about how we?, Electronic resource - Access: <http://www.agro-business.com.ua/agromarketing/1675--globalgap-.html>.
- Slyva Y., 2016. Certification of Ukraine agricultural production according to requirements of GLOBALGAP - a necessary component of competitiveness on the European and international markets. Standardization, certification, quality 4, 98: 34-37.



Rolnictwo XXI wieku

PROBLEMY I WYZWANIA

Pod redakcją Dety Łuczyckiej



ISBN 978-83-945311-2-6



9 788394 531126