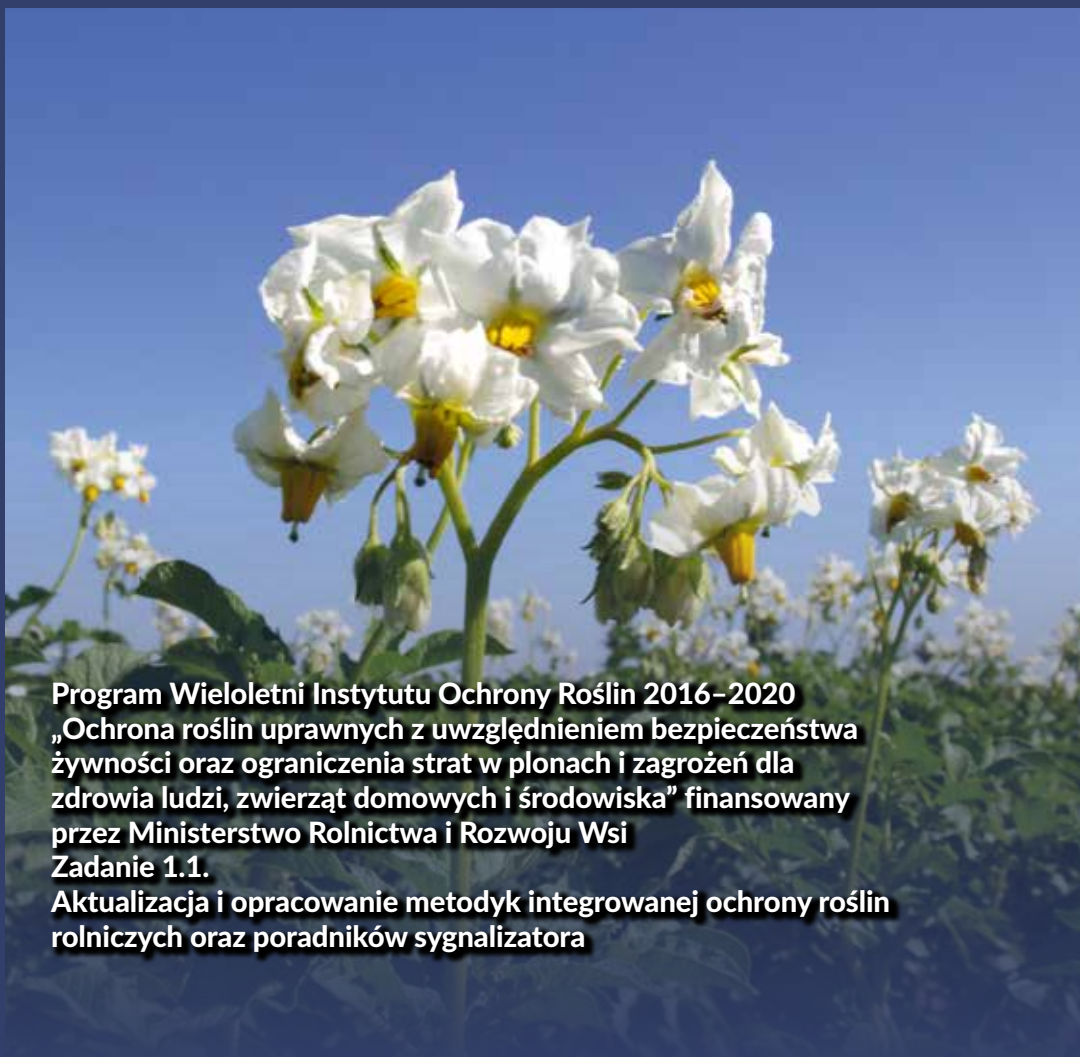




**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla doradców



**Program Wieloletni Instytutu Ochrony Roślin 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa
żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla
zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska” finansowany
przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Zadanie 1.1.**

**Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin
rolniczych oraz poradników sygnalizatora**



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. hab. Andrzeja Wójtowicza

i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2016–2020

**„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa
żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń
dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska”
finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi**

Zadanie 1.1. Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej
ochrony roślin rolniczych oraz poradników sygnalizatora

POZNAŃ 2017

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
Zakład Transferu Wiedzy i Innowacji, ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
tel. 61 864 90 27, e-mail: upowszechnianie@iorpib.poznan.pl, <http://www.ior.poznan.pl>

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. hab. Andrzeja Wójtowicza i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

prof. dr hab. Tomasz Maciejewski (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Autorzy opracowania:

dr hab. Andrzej Wójtowicz¹

dr Wojciech Nowacki⁶

dr Tomasz Lenartowicz⁵

prof. dr hab. Marek Mrówczyński¹

prof. dr. hab. Ewa Zimnoch-Guzowska²

dr Jerzy Osowski⁷

dr Sylwia Kaczmarek¹

dr hab. Roman Krawczyk

dr Przemysław Strażyński¹

dr Renata Dobosz¹

dr hab. Natasza Borodynko¹

dr Bogdan Flis²

dr hab. Ewa Matyjaszczyk¹

dr Anna Maćkowiak-Sochacka¹

dr Joanna Kamasa¹

dr Krzysztof Krawczyk¹

prof. dr hab. Danuta Sosnowska¹

dr Żaneta Fiedler¹

dr Katarzyna Nijak¹

dr Grzegorz Gorzała³

mgr Andrzej Obst⁴

mgr Maria Pasternak¹

prof. dr hab. Paweł Węgorzek¹

dr Joanna Zamojska¹

mgr Daria Dworżańska¹

dr hab. Kinga Matysiak¹

prof. dr hab. Marek Korbas¹

mgr Jakub Danielewicz¹

dr hab. Roman Kierzek¹

¹Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

²Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Młochowie

³Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

⁴Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Poznań

⁵Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

⁶Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Jadwisinie

⁷Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Boninie

⁸Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Radzynie Podlaskim

⁹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Autorzy zdjęć:

Renata Dobosz, Żaneta Fiedler, Sylwia Kaczmarek, Tomasz Klejdysz, Roman Krawczyk, Katarzyna Nijak, Jerzy Osowski, Danuta Sosnowska, Małgorzata Stadnicka, Przemysław Strażyński, Marek Tomalak

Korekta redakcyjna:

Małgorzata Maćkowiak

ISBN: 978-83-64655-32-6

Nakład: 150 egz.

Skład i łamanie: Wojciech Szybisty

Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
2. INTEGROWANA OCHRONA A INTEGROWANA PRODUKCJA W ŚWIELE PRAWODAWSTWA.....	7
1.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin.....	7
1.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych	9
1.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych	15
3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA	19
3.1. Stanowisko i płodozmian	20
3.2. Przygotowanie gleby.....	24
3.3. Zintegrowany system nawożenia	28
3.4. Sadzenie	41
3.5. Dobór odmian w integrowanej ochronie i produkcji ziemniaka	48
4. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA.....	68
5. REGULACJA ZACHWASZCZENIA	78
5.1. Najważniejsze gatunki chwastów.....	78
5.2. Metody regulacji zachwaszczenia	90
6. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB	102
6.1. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez grzyby i organizmy grzybopodobne	102
6.1.1 Najważniejsze choroby powodowane przez grzyby i organizmy grzybopodobne	102
6.1.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez grzyby i organizmy grzybopodobne.....	104
6.2. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez wirusy	126
6.2.1. Najważniejsze choroby powodowane przez wirusy	126
6.2.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez wirusy	129
6.3. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez bakterie	130
6.3.1. Najważniejsze choroby powodowane przez bakterie i fitoplazmy	130
6.3.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez bakterie i fitoplazmy	136
6.4. Ograniczanie chorób powodowanych przez czynniki nieinfekcyjne	140

6.4.1. Najważniejsze choroby powodowane przez czynniki nieinfekcyjne.....	140
6.4.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez czynniki nieinfekcyjne	141
7. OGRANICZANIE SZKODNIKÓW	148
7.1. Ograniczanie szkodliwych gatunków owadów	148
7.1.1. Najważniejsze szkodliwe gatunki owadów	148
7.1.2. Metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami owadów	161
7.2. Ograniczanie szkodliwych gatunków nicieni	166
7.2.1. Najważniejsze szkodliwe gatunki nicieni	166
7.2.2. Metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami nicieni	169
8. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN	175
9. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ZWIERZYNĘ ŁOWNĄ.....	179
10. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA	183
11. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU	195
11.1. Zbiór ziemniaka.....	195
11.2. Przechowalnictwo ziemniaka	199
12. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI	211
12.1. Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin	211
12.2. Dokumentacja w integrowanej produkcji roślin.....	213
13. ROLA DORADZTWA ROLNICZEGO W UPOWSZECHNIANIU INTEGROWANEJ OCHRONY I PRODUKCJI ROŚLIN. PODSTAWY PRAWNE I ORGANIZACYJNE SYSTEMU DORADZTWA ROLNICZEGO	220
14. FAZY ROZWOJOWE ZIEMNIAKA	227
15. LITERATURA.....	233

1. WSTĘP

Ochrona ziemniaka stanowi niezwykle ważne zagadnienie naukowe, gospodarcze, a nawet polityczno-demograficzne (Brown 1993; Erwin i Ribeiro 1996; Lipa 1998, Kapsa 2001). Ziemniak jest bowiem uprawiany w 125 krajach, na łącznym areale ponad 18 mln ha, dzięki czemu jako roślina uprawna zajmuje w świecie piąte miejsce po pszenicy, kukurydzy, ryżu i jęczmieniu (Lipa 1999; Stevenson i wsp. 2001). W Polsce ziemniak jest obecnie uprawiany na powierzchni około 300 000 ha, ale jeszcze w 1967 roku areal jego uprawy wynosił ponad 2,7 mln ha (Pietkiewicz 1981; Lipa 1992). Pomimo malejącej powierzchni uprawy ziemniaka, Polska zaliczana jest nadal obok Niemiec, Francji, Holandii i Wielkiej Brytanii do czołowych producentów tej rośliny w Europie.

Od 1 stycznia 2014 roku w Unii Europejskiej wprowadzono obowiązek uprawy roślin, w tym ziemniaka, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Integrowana ochrona ziemniaka przed agrofagami polega na wykorzystaniu profilaktyki oraz wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w celu zminimalizowania potencjalnego zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz środowiska.

Decyzje o zastosowaniu chemicznych środków ochrony roślin winny być podejmowane na podstawie wyników lustracji polowych, w zależności od nasilenia występowania agrofagów. Prawidłowa diagnostyka chwastów, szkodników i chorób roślin stanowi podstawę trafnych decyzji o stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin. W podejmowaniu decyzji o stosowaniu metody chemicznej coraz powszechniej wykorzystane są systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie roślin. Są to aplikacje komputerowe opracowane z wykorzystaniem modeli matematycznych opisujących wpływ warunków meteorologicznych na rozwój agrofagów. Godnym polecenia przykładem jest system NegFry, przeznaczony do wspomagania decyzji przy zwalczaniu sprawcy zarazy ziemniaka. Niestety, do chwili obecnej producenci tej rośliny w Polsce nie doczekali się kompleksowego systemu komputerowego wspomagającego podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed większą liczbą agrofagów występujących w jego uprawie. *Phytophthora infestans* – sprawca zarazy ziemniaka – odgrywa wśród patogenów ziemniaka rolę pierwszoplanową. Jednakże na szczególną uwagę zasługują również: *Alternaria solani* i *A. alternata* – sprawcy alternariozy, *Rhizoctonia solani* – sprawca rizoktoniozy oraz grzyby rodzaju *Fusarium* – sprawcy suchej zgnilizny bulw. Wśród szkodników ziemniaka należy wyróżnić szkodniki glebowe (drutowce, rolnice i pędraki), mszyce i skoczki (głównie w charakterze wektorów wirusów), stonkę ziemniaczaną oraz nicienie. Istotą właściwej oceny

zagrożeń ze strony szkodników jest znajomość ich biologii, w tym terminów potencjalnego pojawu na plantacji.

Istotnym elementem ochrony ziemniaka, obok zwalczania patogenów i szkodników, jest ograniczanie rozwoju chwastów. Ze względu na długi okres od posadzenia do zakrycia międzyrzędzi ziemniak jest szczególnie narażony na zachwaszczenie. Chwasty, konkurując z rośliną uprawną o wodę, światło i substancje pokarmowe, mogą znacznie ograniczyć jej rozwój. Ponadto ograniczają cyrkulację powietrza w łanie, przyczyniając się do stworzenia sprzyjających warunków do infekcji ziemniaka przez patogeny. Spośród chwastów dwuliściennych, na plantacjach ziemniaka najczęściej występują: dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, rdesty, sporek polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne i żóltlica drobnokwiatowa. Natomiast gatunki jednoliściennne są najliczniej reprezentowane przez: chwastnicę pospolitą, palusznik krwawy, perz właściwy, włośnice, wiechlinę roczną i wyczyniec polny. Podobnie jak w przypadku patogenów i szkodników, systematycznie prowadzony monitoring chwastów winien stanowić podstawę decyzji o zwalczaniu tych agrofagów.

Prezentowana publikacja skierowana jest przede wszystkim do specjalistów zajmujących się poradnictwem w zakresie ochrony i produkcji ziemniaka. Autorzy niniejszego opracowania przekazują czytelnikom w zwartej formie zbiór informacji na temat najważniejszych agrofagów występujących na plantacjach ziemniaka oraz liczne wskazówki dotyczące produkcji tej rośliny. Przekazując do rąk czytelników tę publikację, autorzy mają nadzieję, że zawarte w niej informacje okażą się pomocne przy podejmowaniu trudnych decyzji dotyczących ochrony i produkcji ziemniaka.

2. INTEGROWANA OCHRONA A INTEGROWANA PRODUKCJA W ŚWIETLE PRAWODAWSTWA

1.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

Od 1 stycznia 2014 roku w Polsce oraz innych krajach Unii Europejskiej stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin stało się obowiązkiem dla wszystkich profesjonalnych użytkowników ochrony roślin. Integrowana ochrona polega na ochronie upraw przed organizmami szkodliwymi, z wykorzystaniem wszystkich dostępnych metod, a szczególnie metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz środowiska. Wykorzystuje w pełni wiedzę o organizmach szkodliwych dla roślin (zwłaszcza o ich biologii i szkodliwości) w celu określenia optymalnych terminów podejmowania działań zwalczających te organizmy, a także naturalne występowanie organizmów pożytecznych, w tym drapieżców i pasożytów organizmów szkodliwych dla roślin. Pozwala także ograniczyć stosowanie chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum i w ten sposób ograniczyć presję na środowisko naturalne oraz chroni bioróżnorodność środowiska rolniczego.

Zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizowanie ich negatywnego wpływu na rośliny uprawne można osiągnąć lub je wspierać między innymi przez:

- płodozmian;
- właściwe techniki uprawy (np. zwalczanie chwastów przed siewem lub sadzeniem roślin, przestrzeganie terminu i normy wysiewu, stosowanie wsiewek, uprawę bezorkową, cięcie i siew bezpośredni);
- stosowanie w odpowiednich wypadkach odmian odpornych/tolerancyjnych oraz materiału siewnego i nasadzeniowego kategorii standard/kwalifikowany;
- zrównoważone nawożenie, wapnowanie i nawadnianie/odwadnianie;
- stosowanie środków higieny (np. regularne czyszczenie maszyn i sprzętu).

Aby zapobiec rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych, należy stosować ochronę i stwarzać warunki do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. poprzez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

Organizmy szkodliwe muszą być monitorowane odpowiednimi metodami i narzędziami, jeżeli są one dostępne. Wśród takich narzędzi powinny znaleźć się monitoring pól oraz systemy ostrzegania, prognozowania i wczesnego

diagnozowania oparte na solidnych podstawach naukowych. Zwłaszcza tam, gdzie możliwe jest ich zastosowanie, a także doradztwo osób o odpowiednich kwalifikacjach zawodowych.

Na podstawie wyników działań monitorujących profesjonalny użytkownik musi zdecydować, czy, kiedy i jakie metody stosować ochrony roślin. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są 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 i konkretnych warunków pogodowych.

Nad metody chemiczne przedkładać należy zrównoważone metody biologiczne, fizyczne i inne metody niechemiczne, jeżeli zapewniają one zadowalającą ochronę przed organizmami szkodliwymi.

Stosowane środki ochrony roślin muszą być jak najbardziej ukierunkowane na osiągnięcie danego celu i powodować jak najmniej skutków ubocznych dla zdrowia ludzi i organizmów niebędących celem zwalczania, a także dla środowiska. Użytkownik profesjonalny powinien ograniczyć stosowanie pestycydów i inne formy interwencji do niezbędnego minimum. Można to osiągnąć przez np. zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc jednak pod uwagę to, czy można zaakceptować dany poziom zagrożenia roślin i czy interwencje te nie zwiększają ryzyka rozwoju odporności organizmów szkodliwych. Jeśli wiadomo, że istnieje ryzyko powstania odporności na dany preparat, a nasilenie występowania organizmów szkodliwych wymaga wielokrotnego stosowania pestycydów w danej uprawie, należy zastosować dostępne strategie przeciwdziałające rozwojowi odporności. Może to obejmować stosowanie wielu pestycydów o różnych mechanizmach działania.

Użytkownik profesjonalny powinien sprawdzać efekty zastosowanych metod ochrony roślin, zapisując przeprowadzone zabiegi z użyciem pestycydów oraz prowadzić działania monitorujące występowanie organizmów szkodliwych.

Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych z uwzględnieniem ekonomicznej szkodliwości. Wybierając środki ochrony roślin, należy brać pod uwagę ich selektywność.

Do rozwoju integrowanej ochrony roślin konieczne są także działania wspierające i upowszechniające ten system, szczególnie udostępnianie rolnikom programów wspomagania decyzji, a także odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progów ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków

ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych upraw, obejmujące metody agrotechniczne, biologiczne i chemiczne, ze szczególnym uwzględnieniem wspomagania naturalnych procesów samoregulacji zachodzących w agrocenozach. Większe znaczenie niż w tradycyjnych systemach ochrony roślin przed agrofagami będą miały metody niechemiczne, czyli agrotechniczna i biologiczna. Jednym z elementów wykorzystywanych w integrowanej ochronie roślin jest prawidłowy płodozmian. Istotna jest też uprawa odmian odpornych i tolerancyjnych oraz wprowadzanie do praktyki rolniczej alternatywnych form uprawy, takich jak siew mieszanek odmian i gatunków pozwalających na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska rolniczego, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. Metodyki powinny także wskazywać najefektywniejsze i bezpieczne techniki aplikacji środków ochrony roślin oraz zawierać wskazówki dotyczące doboru i stosowania środków ochrony roślin w sposób minimalizujący ryzyko powstawania zagrożeń dla zdrowia ludzi oraz środowiska naturalnego.

Zgodnie z art. 14 ust. 2 Dyrektywy 2009/128/WE państwa członkowskie Unii Europejskiej ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. Szczególnie zapewniają one profesjonalnym użytkownikom dostęp do informacji i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych oraz podejmowania odpowiednich decyzji.

Istotnym wsparciem dla wdrażania zasad integrowanej ochrony roślin będzie, oprócz systemu sygnalizacji agrofagów, udostępnienie profesjonalnym użytkownikom pestycydów, wybranych systemów wspomagania decyzji w ochronie roślin, ich aktualizacja i rozszerzenie o kolejne elementy i funkcje, a także udostępnienie opracowań naukowych z tego zakresu.

W Polsce od wielu lat są prowadzone szkolenia z zakresu ochrony roślin, ale obecnie należy szczególnie akcentować w ich programach elementy integrowanej ochrony roślin. Istnieje również system kontroli działania sprzętu służącego do zabiegów ochrony roślin. Rolnicy prowadzą także ewidencję wykonanych zabiegów ochronnych.

1.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

Wprowadzenie integrowanej ochrony roślin jako standardu produkcji roślinnej wynika bezpośrednio z postanowień art. 14 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71), oraz art. 55 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1).

Artykuł 55 Rozporządzenia nr 1107/2009/WE stanowi, że środki ochrony roślin muszą być stosowane właściwie. Właściwe stosowanie środków ochrony roślin powinno być m.in. zgodne z wymaganiami podanymi w etykiecie oraz z postanowieniami Dyrektywy 2009/128/WE. W szczególności zgodne z ogólnymi zasadami integrowanej ochrony roślin, o których mowa w art. 14 oraz załączniku III do tej Dyrektywy.

Integrowana ochrona roślin została również uregulowana przepisami prawa krajowego. Zgodnie z art. 35 ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. 2017 r. poz. 50 ze zm.) użytkownicy profesjonalni zobowiązani są do:

- stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin;
- prowadzenia chemicznej ochrony w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałania znośzeniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu;
- planowania stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie mogą przebywać na obszarze objętym zabiegiem.

Użytkownicy profesjonalni, którzy stosują środki ochrony roślin, są zobligowani również do uwzględniania wymogów integrowanej ochrony roślin, określonych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin, wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami w celu ograniczenia stosowania pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki oraz zapobieganie rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu. W szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

Według obowiązujących przepisów prawa, do ochrony chemicznej roślin można stosować tylko środki ochrony roślin dopuszczone do obrotu i stosowania na podstawie zezwoleń wydanych przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Informacje o środkach ochrony roślin posiadających rejestrację zamieszczane są w rejestrze udostępnionym na stronie internetowej Biuletynu Informacji Publicznej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (<https://bip.minrol.gov.pl/Informacje-Branzowe/Produkcja-Roslinna/Ochrona-Roslin>).

Na stronie internetowej Ministerstwa znajdują się również etykiety zarejestrowanych środków ochrony roślin, z którymi każdy zainteresowany może się

zapoznać. Przed aplikacją środka ochrony roślin, obowiązkiem każdego użytkownika jest zapoznanie się z etykietą i stosowanie się do jej zapisów.

Zgodnie z Ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. 2017 r. poz. 50 ze zm.) do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych, konieczne jest posiadanie odpowiednich kwalifikacji. Zabiegi takie mogą być wykonywane przez osoby, które ukończyły szkolenie.

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

- podstawowymi lub
- szkoleniami uzupełniającymi dla osób, które ukończyły szkolenia podstawowe.

Szkolenia uprawniające do stosowania środków ochrony roślin zachowują ważność przez okres 5 lat.

Ze szkoleń podstawowych w zakresie stosowania środków ochrony roślin są zwolnione osoby, które posiadają zaświadczenie wydane przez szkołę ponadpodstawową lub szkołę wyższą stwierdzające, że w dokumentacji przebiegu nauczania tej osoby zostały uwzględnione wszystkie zagadnienia ujęte w programie szkolenia w danym zakresie lub posiadają kwalifikacje wymagane dla osób prowadzących szkolenia w zakresie integrowanej produkcji. Szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin nie są wymagane od pracowników naukowych szkół wyższych lub instytutów badawczych, jeżeli do zakresu obowiązków tych osób należy prowadzenie zajęć dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:

- stosowania środków ochrony roślin;
- doradztwa dotyczącego stosowania środków ochrony roślin;
- integrowanej produkcji roślin.

Uprawnienia takie zachowują ważność przez okres 5 lat od dnia zakończenia nauki lub zaprzestania wykonywania ww. działalności.

Warunki stosowania środków ochrony roślin zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2014 r. poz. 516).

Zgodnie z zapisami ww. rozporządzenia pestycydy na terenie otwartym można stosować przy użyciu:

- sprzętu naziemnego w odległości co najmniej 20 m od pasiek;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 3 m od krawędzi jezdni dróg publicznych, z wyłączeniem dróg publicznych zaliczanych do kategorii dróg gminnych oraz powiatowych;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 1 m od zbiorników i cieków wodnych oraz terenów nieużytkowanych rolniczo, innych niż będących celem zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin.

Rozporządzenie wprowadza również zastrzeżenie, że środki ochrony roślin, dla których zostało wydane zezwolenie na wprowadzanie do obrotu przed dniem 14 czerwca 2011 r. i których etykieta nie określa minimalnej odległości, w jakiej można je stosować od zbiorników i cieków wodnych, mogą być stosowane na terenie otwartym przy użyciu opryskiwaczy ciągnikowych i samobieżnych polowych lub sadowniczych, jeżeli miejsce ich stosowania jest oddalone o co najmniej 20 m od zbiorników i cieków wodnych.

Przy stosowaniu środków ochrony roślin należy również szczegółowo zapoznać się z etykietą środków, ponieważ może zawierać dodatkowe warunki ograniczające możliwość jego zastosowania.

Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r. poz. 625) reguluje zasady sporządzania cieczy użytkowej. Przygotowanie środków ochrony roślin do zastosowania musi odbywać się w sposób ograniczający ryzyko skażenia:

- wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów prawa wodnego;
- gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego.

Należy również w przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych zachować odległości co najmniej 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych.

Środki ochrony roślin po ich zakupieniu, jak również pozostałe nieużyte podczas aplikacji, należy przechowywać zgodnie z przepisami prawa. Przechowywanie środków ochrony roślin uregulowane jest w Polsce przez Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

- z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych (Dz. U. z 2002 r. nr 99, poz. 896 ze zm.);
- z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r. poz. 625) oraz w poszczególnych etykietach środków ochrony roślin.

Wyszczególnione przepisy regulują ogólne zasady przechowywania środków ochrony roślin. Należy jednak zaznaczyć, że rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych, obowiązuje wyłącznie pracodawców i pracowników w rozumieniu ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. Niemniej jednak należy dążyć do wdrażania tego przepisu we własnym gospodarstwie rolnym.

Zapisy rozporządzenia w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin są obligatoryjne dla wszystkich rolników, niezależnie od tego czy zatrudniają, czy nie zatrudniają pracowników w swoim gospodarstwie.

W myśl tego rozporządzenia, producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach oraz w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą. Należy również zabezpieczyć je przed przypadkowym spożyciem przez ludzi i zwierzęta. Pestycydy te muszą być również bezwzględnie zabezpieczone przed dostępem dzieci.

Przechowujący środki ochrony roślin powinien tak je zabezpieczyć, aby nie doszło do skażenia wód powierzchniowych i podziemnych (w rozumieniu przepisów Prawa wodnego), gruntu na skutek wycieku lub przesieknięcia środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. Niedopuszczalne jest również umożliwienie przedostania się pestycydów do systemów kanalizacyjnych, z wyłączeniem oddzielnej bezodpływowej kanalizacji wyposażonej w szczelny zbiornik ścieków lub w urządzenia służące do ich neutralizacji. Miejsca lub obiekty, w których przechowywane są środki ochrony roślin powinny być położone w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni oraz zbiorników i cieków wodnych, chyba że środki te są przechowywane na utwardzonej nawierzchni z betonu szczelnego lub z innych trwałych materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. Pestycydy powinny być przechowywane pod zamknięciem, które uniemożliwia dostęp osób trzecich.

Wymogi dotyczące przechowywania zawarte w etykietach środków ochrony roślin odnoszą się najczęściej do kwestii technicznych przechowywania poszczególnych środków, których zachowanie zapewnia utrzymanie w trakcie przechowywania odpowiednich parametrów chemicznych pestycydów. Na etykietach mogą znaleźć się np. takie zapisy, jak „Przechowywać z dala od źródeł ciepła”, „Przechowywać w temperaturze nie niższej niż 0°C i nie wyższej niż 30°C”, „Chronić przed wilgocią”. Wskazania te dla przechowującego pestycydy są obligatoryjne.

Pracodawcy natomiast zgodnie z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych, na drzwiach zewnętrznych magazynu powinni umieścić napis „MAGAZYN ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN”. Drzwi magazynu oraz drzwi pomieszczeń wewnątrz magazynu muszą być wyposażone w zamki, które należy zamykać po każdorazowym wyjściu.

Magazyn taki musi być wyposażony w system wentylacji awaryjnej (uruchamiany z zewnątrz i od wewnątrz magazynu, zapewniający co najmniej 10-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny) oraz ciągłej (uruchamiany z zewnątrz magazynu, godzinę przed rozpoczęciem pracy, zapewniający co najmniej 3-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny).

Ponadto magazyn do przechowywania środków ochrony roślin, który obsługują pracownicy należy wyposażać w:

- okna ograniczające oddziaływanie promieni słonecznych;
- instalację elektryczną gazoszczelną i pyłoszczelną;
- oddzielną bezodpływową kanalizację, wyposażoną w urządzenia służące do neutralizacji powstałych ścieków;
- środki ochrony indywidualnej w zależności od występujących zagrożeń;
- apteczki zawierające środki do udzielania pierwszej pomocy w przypadku zatrucia środkami ochrony roślin.

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

- wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin;
- instrukcję bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniającą zasady składowania środków ochrony roślin;
- numery telefonów najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego lub zakładu opieki zdrowotnej.

Posadzki magazynu muszą być wykonane z materiałów niepalnych, łatwo zmywalnych, ograniczających poślizg oraz odpornych na uderzenia i działanie substancji żrących.

W magazynie należy również wyodrębnić zamykane pomieszczenia, służące do przechowywania najbardziej niebezpiecznych środków ochrony roślin oraz gromadzenia np. przeterminowanych pestycydów, pustych opakowań po tych środkach lub zanieczyszczonych środkami ochrony roślin.

Magazyn należy wyposażać w sprzęt i urządzenia do składowania, przemieszczania i spiętrzania środków ochrony roślin oraz w przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności. W miejscu składowania środków ochrony roślin niedopuszczalne jest palenie tytoniu i spożywanie posiłków oraz przechowywanie:

- artykułów żywnościowych i leków;
- pasz dla zwierząt;
- nasion i zbóż niezaprawionych środkami ochrony roślin;
- przedmiotów osobistego użytku;
- materiałów pędnych i łatwo palnych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej:

- nazwę środka ochrony roślin;
- czas i dawkę zastosowania;
- obszar lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin.

W dokumentacji prawo wymaga również wskazania sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin przez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin.

Do zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin używa się sprzętu przeznaczonego do tego celu, który użyty zgodnie z przeznaczeniem nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska oraz jest sprawny technicznie i skalibrowany, tak aby zapewnić prawidłowe stosowanie środków ochrony roślin. Na posiadaczach sprzętu do stosowania środków ochrony roślin ciąży obowiązek przeprowadzania okresowych badań potwierdzających sprawność techniczną. Pierwsze badanie nowego opryskiwacza przeprowadza się nie później niż po upływie 5 lat od dnia jego nabycia. Opryskiwacze ciągnikowe i samobieżne polowe należy poddawać badaniom w odstępach czasu nie dłuższych niż 3 lata.

Z obowiązku badań wyłączone są opryskiwacze ręczne i plecakowe, których pojemność zbiornika nie przekracza 30 litrów.

Zagadnienia związane ze sprzętem do stosowania środków ochrony roślin uregulowane zostały rozporządzeniami Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia:

- 5 maja 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2016 r., poz. 760);
- 7 czerwca 2016 r. w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2016 r., poz. 924).

1.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych

Intensyfikacja produkcji roślin rolniczych oraz stosowanie nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Wzrost świadomości konsumentów, wymusił podjęcie działań w celu produkowania żywności bezpiecznej dla zdrowia i z zachowaniem ochrony środowiska. Systemem spełniającym te wymagania jest integrowana produkcja roślin (IP).

Ustawa o środkach ochrony roślin (Dz. U. z 2017 r. poz. 50 ze zm.) w art. 2 podaje następującą definicję: „integrowana produkcja roślin – produkcja roślin z zastosowaniem integrowanej ochrony roślin oraz z wykorzystaniem postępu technicznego i biologicznego w uprawie i nawożeniu, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia ludzi i zwierząt oraz ochrony środowiska”.

Integrowana produkcja po raz pierwszy do przepisów krajowego prawa zastała wprowadzona ustawą o ochronie roślin z 18 grudnia 2003 r. Następnie ustawa o środkach ochrony roślin (Dz. U. z 2017 r. poz. 50 ze zm.) wprowadziła modyfikacje w systemie integrowanej produkcji roślin. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa przekazała certyfikację producentów rolnych upoważnionym

podmiotom, nad którymi sprawuje nadzór. Szczegółowo zostało to uregulowane art. 55–63 ustawy o środkach ochrony roślin.

Producent rolny, który chce uzyskać potwierdzenie stosowania integrowanej produkcji roślin certyfikatem, jest zobowiązany dokonać, w każdym roku, zgłoszenia podmiotowi certyfikującemu, nie później niż 30 dni przed siewem albo sadzeniem roślin, albo w przypadku roślin wieloletnich, przed rozpoczęciem okresu ich wegetacji.

Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin jest wydawany, jeżeli producent roślin spełni następujące wymagania:

- ukończy szkolenie w zakresie integrowanej produkcji roślin i posiada zaświadczenie o ukończeniu tego szkolenia;
- prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora i udostępnionych na stronie internetowej administrowanej przez Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa;
- stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin;
- dokumentuje prawidłowo prowadzenie działań związanych z integrowaną produkcją roślin;
- przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach;
- w próbkach roślin i produktów roślinnych pobranych do badań nie zostaną stwierdzone przekroczenia najwyższych dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin oraz poziomów azotanów, azotynów i metali ciężkich;
- przestrzega przy produkcji roślin wymagań z zakresu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w szczególności określonych w metodykach.

Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin wydawany jest na okres niezbędny do zbycia roślin, jednak nie dłużej niż na okres 12 miesięcy. Wzór certyfikatu określony został w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie kwalifikacji osób prowadzących czynności kontrolne przestrzegania wymagań integrowanej produkcji roślin oraz wzoru certyfikatu poświadczającego stosowanie integrowanej produkcji roślin (Dz. U poz. 760). Producent roślin, który otrzymał certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin, może używać Znaku Integrowanej Produkcji Roślin do oznaczania roślin, dla których został wydany ten certyfikat.

Przepisy prawne dotyczące rejestracji podmiotów prowadzących uprawę, magazynowanie, pakowanie, sortowanie lub dokonujących wprowadzania lub przemieszczania ziemniaków na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Zgodnie z art. 12 ustawy z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (Dz. U. z 2016 r. poz. 2041 ze zm.) obowiązki wpisu do rejestru przedsiębiorców podlegają podmioty, które uprawiają, magazynują, pakują, sortują, wprowadzają lub przemieszczają ziemniaki inne niż sadzeniaki na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

W celu dopełnienia tego obowiązku zainteresowany podmiot powinien złożyć wniosek o wpis do rejestru przedsiębiorców do wojewódzkiego inspektora ochrony roślin i nasiennictwa właściwego ze względu na swoją siedzibę lub miejsce zamieszkania. Wojewódzki inspektor po sprawdzeniu wniosku dokonuje wpisu podmiotu i przydziela indywidualny numer wpisu do rejestru przedsiębiorców. Szczegółowe informacje w tym zakresie dostępne są na stronie PIORiN pod adresem <http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/rejestr-przedsiębiorcow/>.

W załączniku nr 7 do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie zapobiegania wprowadzaniu i rozprzestrzenianiu się organizmów kwarantannowych (Dz. U. z 2015 r. poz. 1227 ze zm.) wyszczególniono przypadki, w których podmioty są zwolnione z obowiązku wpisu do rejestru przedsiębiorców, jeżeli nie istnieje ryzyko rozprzestrzenienia się organizmów szkodliwych.

Oznakowanie przemieszczanych ziemniaków innych niż sadzeniaki

Obowiązek oznakowania przemieszczanych ziemniaków innych niż sadzeniaki ciąży na:

- uprawiających ziemniaki, albo
- uprawiających ziemniaki oraz podmiotach, które je następnie przemieszczały, magazynowały, sortowały lub pakowały.

Zasady oznakowania zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 kwietnia 2016 r. w sprawie sposobów oznakowania bulw ziemniaków innych niż sadzeniaki (Dz.U. z 2016 r. poz. 631).

Oznakowania ziemniaków innych niż sadzeniaki umieszczane jest:

- na każdym opakowaniu jednostkowym (worek, skrzynka, skrzynia paletowa, itp.) lub
- jeśli ziemniaki przewożone są luzem, na przewożących je środkach transportu lub na towarzyszącym im dokumencie handlowym, jeśli informacje zawarte w tym dokumencie handlowym umożliwiają identyfikację środka transportu.

Znakowanie ziemniaków innych niż sadzeniaki może posiadać dowolną formę, np. prostej naklejki lub etykiety, i powinno zawierać:

- numer wpisu do rejestru przedsiębiorców wszystkich kolejnych podmiotów, które je uprawiały, magazynowały, pakowały, sortowały lub przemieszczały na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej lub podmiotu, który je wprowadzały na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej;
- numer statystyczny powiatu, na terenie którego ziemniaki były uprawiane w Polsce lub kod albo nazwa państwa pochodzenia ziemniaków.

Wszystkim ziemniakom przemieszczanym z Polski na terytorium innych państw Unii Europejskiej powinno towarzyszyć zaświadczenie stwierdzające, że w wyniku przeprowadzonych badań laboratoryjnych przedmiotowych bulw ziemniaków nie stwierdzono występowania w nich bakterii *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*. Zaświadczenie to wydaje wojewódzki inspektor ochrony roślin i nasiennictwa i jest ono ważne 14 dni od dnia wystawienia dokumentu.

Szczegółowe zasady przemieszczania ziemniaków w obrębie Unii Europejskiej dostępne są na stronie internetowej PIORiN pod adresem:

<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/wymagania-dla-ziemniakow/przemieszczanie-ziemniakow,3.html>.

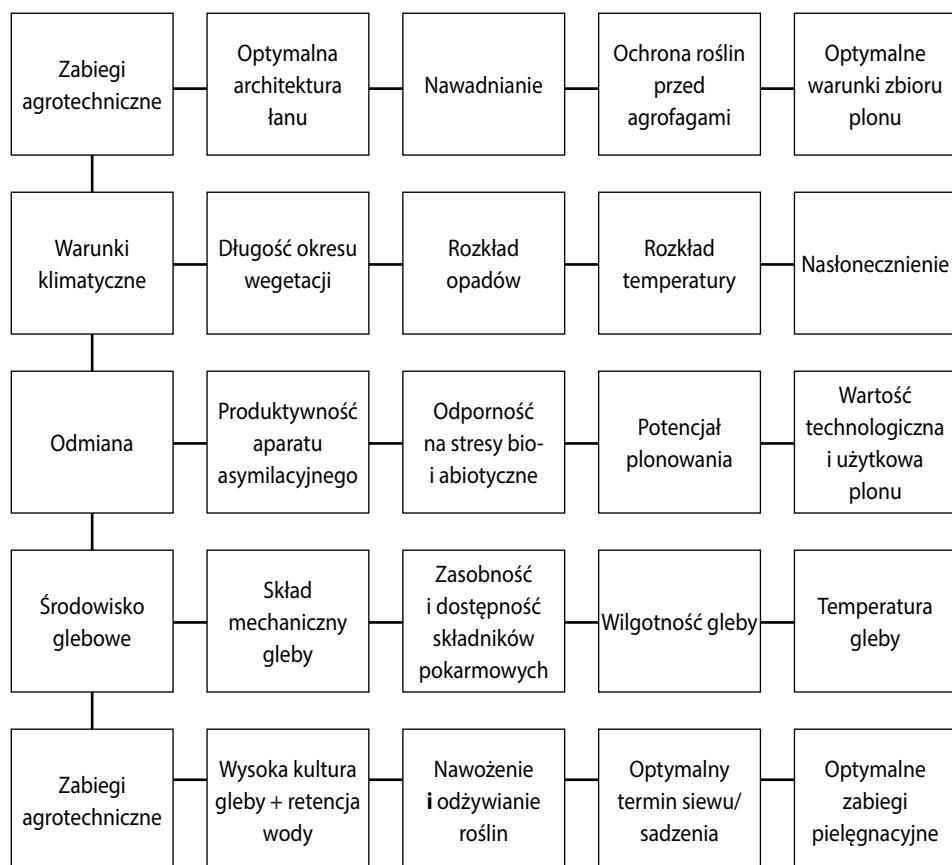
3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA

Uprawa i przechowywanie ziemniaka nie należą do łatwych przedsięwzięć. Wynika to ze specyficznych wymagań klimatycznych (temperatury i opadów) ziemniaka w kolejnych fazach rozwojowych oraz z licznie występujących agrofagów. Podstawą programu integrowanej ochrony ziemniaka jest profilaktyczne stosowanie różnych metod technologicznych utrzymujących wysoką zdrowotność plantacji (rys. 1). Do metod tych należą:

- właściwe następstwo uprawianych gatunków roślin uprawnych w odpowiednio rozbudowanym zmianowaniu;
- odpowiedni typ gleby;
- rodzaj i wysoka kultura gleby;
- podwyższona odporność uprawianych odmian na choroby i szkodniki;
- stosowanie zdrowych sadzeniaków i optymalne ich sadzenie (termin);
- optymalne nawożenie i odżywanie roślin;
- właściwa architektura łanu;
- staranna, mechaniczna pielęgnacja plantacji;
- eliminowanie suszy glebowej przez nawadnianie plantacji;
- biologiczna lub chemiczna ochrona roślin wynikająca z prowadzonego monitoringu pojawu chorób i szkodników wraz z systemem wspomagania decyzji z uwzględnieniem progów ekonomicznej szkodliwości;
- przygotowanie plantacji do zbioru;
- optymalny termin i technika zbioru oraz właściwe warunki termiczno-wilgotnościowe podczas przechowywania bulw ziemniaka.

Ważnym elementem przy produkcji ziemniaka jest zachowanie bezpieczeństwa fitosanitarnego związanego z wykrywaniem licznych organizmów kwarantannowych (*Clavibacter michiganensis* spp. *sepedonicus*, *Ralstonia solanacearum*, mątwiki i inne). Elementami integrowanej ochrony są w tym przypadku: stosowanie zdrowego materiału sadzeniakowego, przestrzeganie zasad kwarantanny w obrębie miejsc produkcji, w tym czyszczenie i dezynfekcja oraz skuteczna utylizacja porażonych partii ziemniaka.

Czynnikami utrudniającymi pełne stosowanie programów integrowanej ochrony ziemniaka są: postępująca w produkcji ziemniaka specjalizacja i koncentracja produkcji (stosowane skrócone płodozmiany), uproszczenia stosowane w technologii uprawy gleby, eliminowanie wszelkich czynników ryzyka



Rys. 1. Schemat blokowy czynników, które należy uwzględnić w systemie integrowanej ochrony i integrowanej produkcji ziemniaka dla uzyskania wysokiego plonu i odpowiedniej jakości bulw

zakłócających proces kumulowania plonu i kształtowania jego jakości, bardzo wysokie i dalej rosnące wymagania rynku pod względem oferty wysokiej jakości bulw (głównie ich wyglądu), a szczególnie obniżanie jednostkowych kosztów uprawy i przechowywania dla zachowania konkurencyjności. Negatywnym zjawiskiem utrudniającym realizację integrowanej ochrony jest coraz powszechniejsze rezygnowanie rolników ze stosowania nawozów naturalnych i organicznych pod ziemniaki (obornik, kompost, nawozy zielone) na rzecz zwiększanego nawożenia mineralnego.

3.1. Stanowisko i płodozmian

Zmianowanie jest to racjonalne, czyli uzasadnione przyrodniczo i gospodarczo, następstwo roślin po sobie. Określa ono dobór przedplonu oraz częstotliwość

uprawy poszczególnych gatunków roślin uprawnych na tym samym polu i pozwala na pełne wykorzystanie środowiska glebowego. Niweluje niekiedy ujemny wpływ wywierany przez poszczególne rośliny na glebę, a także wzajemny wpływ roślin na siebie oraz gleby na rośliny. Pełny cykl zamkniętego zmianowania jest płodozmianem. Płodozmian obok wielu innych funkcji (ekonomiczna, fitosanitarna, ograniczająca zachwaszczenie) musi spełniać w produkcji integrowanej podstawową rolę, jaką jest zapewnienie trwałej żyzności gleby, która będzie gwarantować wysokie i dobrej jakości plony w dłuższej perspektywie czasu.

Wymagania te mogą być spełnione tylko na glebach sprawnych, zasobnych w składniki pokarmowe, będących w wysokiej kulturze. Gleby te w wyniku stosowania odpowiedniego zmianowania i uprawy powinny charakteryzować się:

- możliwie głęboką miąższością warstwy ornej o dużej zawartości próchnicy;
- optymalnym pH (5,5–6,5);
- wysoką zawartością podstawowych makroskładników pokarmowych [fosforu (P), potasu (K) i magnezu (Mg)] oraz mikroelementów;
- dobrym odchwaszczeniem – szczególnie z uciążliwych chwastów rozłogowych i korzeniowych (np. perz właściwy czy ostrożeń polny);
- brakiem kamieni w warstwie ornej.

Dobry przedplon pod ziemniaki uprawiane w systemie integrowanym powinien pozostawiać znaczącą masę organiczną spulchniającą glebę i możliwie wcześnie schodzić z pola. Wartość ważniejszych przedplonów pod ziemniaki oraz przykładowe człony zmianowań dla uprawy integrowanej przedstawia tabela 1. Zawarte w tabeli proponowane bardzo różne zmianowania dotyczą najczęściej uprawianych odmian wczesnych i średnio wczesnych ziemniaka zbieranych najpóźniej we wrześniu, po których istnieje jeszcze możliwość siewu zbóż ozimych. Uprawa odmian późniejszych ziemniaka dotyczy w praktyce tylko ziemniaków skrobiowych, po których, ze względu na opóźniony ich zbiór, uprawiamy wiosną gatunki jare roślin (głównie zboża jare). Stanowisko po roślinach zbożowych, które jest najczęściej spotykanym stanowiskiem pod ziemniaki, można znacznie poprawić przez uprawę międzyplonów. Najlepszymi roślinami stosowanymi w uprawie przedplonów są rośliny bobowate, które gromadzą w glebie znaczne ilości masy organicznej i azotu. Na międzyplony można też przeznaczać różne gatunki roślin rolniczych i warzywnych charakteryzujące się krótkim okresem wegetacji, które mogą zapewnić duże plony zielonej masy. Dopuszczalny udział ziemniaka w strukturze zasiewów wyznaczają wysokie wymagania fitosanitarne tej rośliny. Związane jest to z niebezpieczeństwem występowania szeregu chorób pochodzenia bakteryjnego i grzybowego, które nasilają się w przypadku częstego następstwa tej rośliny po sobie. Poza chorobami, spadki plonu są powodowane także jednostronnym wyczerpaniem składników pokarmowych z gleby i nagromadzeniem się toksycznych związków wydzielanych przez roślinę. Niezmiennie

ważnym czynnikiem ograniczającym udział ziemniaka w zmianowaniu jest niebezpieczeństwo występowania groźnego szkodnika kwarantannowego – mątwika ziemniaczanego. W skrajnych przypadkach może on powodować olbrzymie straty plonu i eliminację pola lub gospodarstwa z uprawy ziemniaka na wiele lat (kwarantanna). Dopuszczalny udział ziemniaka w zmianowaniu w systemie rolnictwa integrowanego nie powinien przekraczać 20-25%. Ziemniak, obok kukurydzy, należy do roślin, które najbardziej zubożają glebę z substancji organicznej. Zbyt duży jego udział, poza czynnikami fitosanitarnymi, może powodować trudności w bilansie próchnicy i składników pokarmowych w glebie.

Tabela 1. Wartość przedplonów pod ziemniaki oraz przykładowe zmianowania z udziałem ziemniaka na glebach średnich

Wartość przedplonu	Przedplon		Człony zmianowania i udział ziemniaka		
	roślina	wartość [%]	25%	20%	14,3%
1	2	3	4	5	6
Bardzo dobra	1) mieszanka roślin bobowatych drobnonasiennych z trawami 2) bobowate grubonasienne z wyłączeniem łubinu	100	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime 3) zboże jare + wsiewka bobowatych z trawami 4) bobowate z trawami	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime 3) strączkowe 4) zboża jare + wsiewka bobowatych z trawami 5) bobowate z trawami	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime + międzyplon (groch pastewny + bobik) 3) bobowate grubonasienne 4) zboża jare 5) rzepak ozimy 6) zboża jare + wsiewka bobowatych z trawami 7) bobowate z trawami
Dobra	1) buraki 2) zboża + międzyplon ścierniskowy z roślin bobowatych grubonasiennych 3) zboża + międzyplon ścierniskowy (facelia + gorczyca) 4) trawy	85	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime 3) rzepak jary 4) zboża ozime + poplon roślin bobowatych grubonasiennych	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime + wsiewka bobowatych z trawami 3) bobowate z trawami 4) rzepak ozimy 5) zboża ozime + międzyplon (groch pastewny + bobik)	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime + wsiewka bobowatych z trawami 3) bobowate z trawami 4) zboża ozime 5) bobowate grubonasienne 6) rzepak jary 7) zboża ozime + międzyplon (bobik + groch pastewny + wyka ozima)

Tabela 1. Cd.

1	2	3	4	5	6
Średnia	zboża	75	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime 3) bobowate grubonasienne 4) zboża ozime	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime + bobowate z trawami 3) bobowate z trawami 4) rzepak ozimy 5) zboża ozime	1) ziemniaki ⁺⁺ 2) zboża ozime + wsiewka bobowatych z trawami 3) bobowate z trawami 4) zboża ozime + międzyplon (wyka ozima + facelia) 5) bobowate grubonasienne 6) rzepak 7) zboża ozime

⁺⁺ pełna dawka obornika

Źródło: Gruczek 2001

Współczesne intensywne i uprzemysłowione rolnictwo cechuje dążenie do coraz większej specjalizacji produkcji. Ogranicza się liczbę uprawianych gatunków, co wymusza uproszczenia w zmianowaniach. Prowadzi to do spadku plonów i produktywności zmianowań, obniżenia żyzności gleby oraz jej aktywności biologicznej. Ze względu na swe właściwości przyrodnicze i wysokie wymagania agrotechniczne, ziemniak nawożony obornikiem i dobrze odchwaszczony należy do najlepszych przedplonów, prawie dla wszystkich roślin uprawnych. Ograniczenie uprawy ziemniaka w zmianowaniu, co aktualnie występuje w Polsce (3% w strukturze zasiewów), i zwiększenie powierzchni uprawy zbóż do ponad 75% powoduje:

- obniżenie plonu roślin zbożowych o 9–48%;
- konieczność zwiększenia liczby zabiegów ochrony roślin i tym samym ilości substancji czynnej na 1 ha;
- obniżenie produktywności płodozmianów o 25%;
- obniżenie wskaźnika efektywności energetycznej płodozmianów o 15%;
- spadek zawartości próchnicy, pH i składników pokarmowych w glebie (P, K, Mg i mikroelementów);
- zmniejszenie pojemności kapilarnej gleby, pojemności wodnej i gruzelkowości gleby;
- zwiększenie ciężaru objętościowego gleby.

Jednym z podstawowych zadań produkcji integrowanej jest ochrona środowiska. Sprzyjać temu powinna racjonalna gospodarka składnikami pokarmowymi, uwzględniająca wymagania roślin i zapotrzebowanie na składniki pokarmowe w poszczególnych okresach rozwoju rośliny. Stosowanie pod ziemniaki obornika i dawek azotu przekraczających 100 kg na 1 ha, w lata

niesprzyjające pobieraniu tych składników (susza) stwarza możliwość pozostawiania ich w glebie i przemieszczania do głębszych warstw i wód gruntowych, kiedy wystąpią opady (miesiące jesienne). Procesowi przemieszczania azotów do wód gruntowych można zapobiec, wysiewając po zbiorze ziemniaków zboża ozime, które pobiorą znaczną część tego składnika. Zboża ozime (żyto, pszenica, jęczmień) oraz rzepak mogą być uprawiane także jako poplon. Przeznaczając te rośliny na poplon, który najczęściej może być przyorany lub zebrany w maju (osiąga wtedy znaczącą masę), ograniczamy liczbę roślin, które możemy wysiewać w tak późnym terminie na plon główny. Biorąc pod uwagę ochronę środowiska i względy gospodarcze, korzystniej jest uprawiać rośliny ozime przeznaczone na plon główny.

3.2. Przygotowanie gleby

Poźniwna i jesienna uprawa roli

Celem poźniwnych i jesiennych zabiegów uprawowych jest doprowadzenie gleby do wysokiej sprawności i kultury, zniszczenie chwastów rozłogowych – szczególnie perzu – wniesienie i równomierne rozmieszczenie nawozów mineralnych (P i K) i organicznych (tab. 2). Ziemniak wymaga gleb starannie doprawionych i odchwaszczonych. Dlatego też w uprawie poźniwnej należy zwrócić szczególną uwagę na wyeliminowanie chwastów najbardziej uporczywych, do których ciągle jeszcze należy perz właściwy. Istnieją dwie skuteczne metody mechanicznego zwalczania perzu: przez wyciąganie rozłogów (stosowanie płytkiej podorywki, bronowanie pola i ręczne zbieranie oraz wywożenie z pola rozłogów perzu) lub przez tzw. zmęczenie rozłogów perzu (wielokrotne stosowanie płytkiej orki po każdorazowym skielkowaniu rozłogów perzu). Metoda zmęczenia rozłogów wymaga stosowania uprawek w okresie 2-3 miesięcy. Na polach czystych – wolnych od perzu – stosujemy klasyczne zabiegi, na które składa się podorywka i zabiegi pielęgnacyjne, mające za zadanie zniszczenie rozwijających się chwastów, aby nie dopuścić do wydania nasion. Poplony po sprzucie roślin zbożowych można uprawiać wyłącznie na polach pozbawionych perzu. Uprawa poplonów na polach zaperzonych znacznie zwiększa zachwaszczenie tym gatunkiem.

W uzasadnionych przypadkach (warstwy nieprzepuszczalne w profilu glebowym) może zachodzić konieczność zastosowania zabiegu głęboszowania. Należy podkreślić, że korzenie roślin docierają na głębokość warstwy uprawnej tylko wówczas, jeśli znajdują tam odpowiednio „atrakcyjne” dla siebie warunki. Zabieg głęboszowania i pogłębianie warstwy ornej dla roślin ziemniaka, które główną masę korzeni mają rozmieszczoną dosyć płytko i jest ona niezbyt duża, daje wymierne korzyści w postaci wzrostu plonów i poprawy ich jakości.

Tabela 2. Poźniwne i jesienne zabiegi uprawowe

Zabieg agrotechniczny	Nakłady na 1 ha		
	rbh	cnh	MJ
Stanowisko zaperzone, bez poplonu, obornik wiosną			
Głęboszowanie (tylko w uzasadnionych przypadkach)	4,0	4,0	920
Wyciąganie rozłogów perzu	20,6	14,6	3412
„Zmęczenie” rozłogów perzu	9,3	9,3	2142
Wysiew nawozów P i K	1,5	1,3	300
Orka przedzimowa	3,0	3,0	650
Stanowisko wolne od perzu, wysiew poplonu, obornik stosowany po żniwach			
Głęboszowanie (tylko w uzasadnionych przypadkach)	4,0	4,0	900
Podorywka	2,2	2,2	507
Wysiew nawozów P i K	1,5	1,3	300
Stosowanie obornika	12,0	8,0	2000
Orka płytka (12-15 cm)	2,5	2,5	595
Bronowanie	0,9	0,9	207
Siew poplonu	2,0	2,0	230
Talerzowanie poplonu	1,0	1,0	230
Orka przedzimowa	3,0	3,0	650

Źródło: Nowacki 2014

Zadania, które należy zrealizować w czasie poźniwnych i jesiennych zabiegów uprawowych, można wykonać za pomocą powszechnie dostępnych narzędzi. Nowe tendencje w mechanizacji tych zabiegów dotyczą stosowania agregatów podorywkowych, które składają się z kultywatora, zestawu wałów strunowych lub brony talerzowej. Naczelną zasadą wszystkich zabiegów uprawowych w produkcji integrowanej, stosowanych w okresie poźniwnym i jesiennym, jest przemienne stosowanie ich na różną głębokość. Podstawowe zastosowanie znajdują tu kultywator podorywkowy, brona talerzowa i pług. Liczba zabiegów mechanicznych i ich głębokość powinny być umiarkowane ze względu na potrzebę zachowania możliwie wysokich zasobów próchnicy. Intensywne zabiegi mechaniczne powodują znaczące ubytki materii organicznej. Okres uprawy jesiennej

w dotychczasowych zaleceniach związany był z wnoszeniem do gleby substancji organicznej. Biorąc pod uwagę naczelny aspekt w integrowanej ochronie i produkcji, jakim jest ochrona środowiska, obornik należałoby wносить wiosną lub zastosować po żniwach pod międzyplon. Chcąc pogodzić sprzeczne w tym przypadku wymagania właściwego przygotowania pola do mechanicznego sadzenia (obornik jesienią, orka przedzimowa) i ochronę środowiska przed wymywaniem azotanów z obornika, należy znacznie zmodyfikować termin wnoszenia obornika i uprawę wiosenną. Poza obornikiem w uprawie ziemniaka mogą być z powodzeniem wykorzystane także inne źródła substancji organicznej. Wartość tych nawozów organicznych jest zbliżona do obornika (92–99%). Nawozy te mogą odegrać bardzo ważną rolę w dostarczaniu substancji organicznej i składników pokarmowych, szczególnie w gospodarstwach, które dysponują ograniczonymi ilościami obornika. Te alternatywne źródła substancji organicznej mają bardzo ważną zaletę – wymagają znacznie mniejszych nakładów energetycznych podczas ich stosowania (np. słomy, międzyplonów czy form mieszanych tych nawozów), a także ograniczają przemieszczanie azotanów do wód gruntowych.

Wiosenna uprawa roli

Zabiegi uprawowe wykonywane na wiosnę (tab. 3) powinny zapewnić:

- zabezpieczenie i ograniczenie strat wody pochodzącej z zapasów zimowych;
- przyspieszenie ogrzania gleby, aby umożliwić wczesne sadzenie;
- zniszczenie kiełkujących chwastów;
- przygotowanie jednorodnej, spulchnionej warstwy roli do głębokości 12–14 cm;
- wyrównanie i zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby, aby wytworzyć warstwę nośną dla agregatu sadzącego, który powinien zapewnić dobrą jakość sadzenia;
- dokładne rozdrobnienie i pokruszenie brył na glebach zwięźlejszych tak, aby ich wielkość była przesiewana między prętami odsiewacza maszyny kopiącej (2,5 cm);
- wniesienie i dokładne wymieszanie z glebą nawozów azotowych.

Ziemniak plonuje najlepiej na glebach o optymalnych właściwościach fizycznych, których ciężar objętościowy, świadczący o ich zagęszczeniu, wynosi 1,1–1,4 g/cm³. Stan taki określamy, jako pulchny. Na glebach zagęszczonych do 1,6–1,7 g/cm³ (układ zbity) spadki plonu mogą wynosić 5–10 t/ha.

Odkamienianie pól

Mając na uwadze potrzebę uzyskania bulw o najwyższych parametrach jakościowych (ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego), coraz powszech-

niej wprowadzane są nowe rozwiązania technologiczne. Zalecane są one przede wszystkim na glebach zakamienionych. Kamienie są głównym czynnikiem powodującym wzrost uszkodzeń mechanicznych bulw i ciemnej plamistości pouderzeniowej, które mogą wyeliminować praktycznie całkowicie surowiec z przerobu (frytki, chipsy). W Polsce, na glebach pochodzenia polodowcowego, gdzie masa kamieni w warstwie ornej (30–35 cm) może dochodzić do 200–500 t/ha, uprawa ziemniaka jest możliwa tylko wtedy, gdy zastosujemy specjalną technologię uprawy. Polega ona na wyoraniu bruzd, przesianiu warstwy ornej gleby, oddzieleniu kamieni i umieszczeniu ich na dnie bruzdy, poniżej zalegania bulw. Dalsze prace – nawożenie i sadzenie – mogą być wykonane za pomocą jednego przejazdu sadzarki z siewnikiem. Pozostałe maszyny do pielęgnowania i zbioru są także dwurzędowe. Są to maszyny dostosowane do szerokości międzyrzędzi 75–90 cm. Klasyczne przygotowanie pola wiosną zostało tu zastąpione pracą maszyny odkamieniającej, która przesiewa i spulchnia glebę na głębokość 35 cm. Technologia ta dla wiosennego przygotowania pola wymaga znacznie zwiększonych nakładów energetycznych.

Przygotowanie gleby do sadzenia

Technikę wiosennych zabiegów uprawowych wyznacza coraz szersze stosowanie pełnej mechanizacji wszystkich zabiegów wykonywanych w produkcji ziemniaka. Stosowanie mechanicznego sadzenia, pielęgnowania i zbioru wymaga przestrzegania ściśle określonych zasad w przygotowaniu gleby. Dotyczy to zabiegów wykonywanych zarówno jesienią, jak i wiosną. Wiosenne stosowanie obornika (często słomiaty) utrudnia zachowanie optymalnej głębokości sadzenia, prostoliniowości redlin i założonego zagęszczenia roślin. Konsekwencją obniżonej jakości sadzenia jest spadek plonu, utrudnienie zbioru kombajnowego, zwiększenie strat w czasie zbioru i wzrost uszkodzeń mechanicznych bulw. Biorąc pod uwagę wymagania dotyczące jakości sadzenia, do tej pory zalecano stosowanie obornika jesienią. Za tym terminem przemawia także większa efektywność obornika stosowanego jesienią, mierzona przyrostem plonu bulw na każdą tonę wniesionego nawozu.

Jednakże w integrowanej produkcji nie można pominąć aspektu ochrony środowiska i zaniechać działań ukierunkowanych na ograniczenie wymywania azotanów do wód gruntowych z obornika wniesionego do gleby jesienią. W związku z powyższym obornik (tab. 3) należy stosować wiosną. Powinien on być jednak bardzo dobrze rozłożony i przykryty płytą orką w celu ograniczenia przesuszenia, szczególnie na glebach lekkich.

Wiosenne zabiegi uprawowe należy rozpocząć możliwie wcześnie. Zalecane w tym okresie włókowanie lub bronowanie przerywa parowanie, przyspiesza ogrzanie gleby i pobudza nasiona chwastów do kiełkowania. Dalsze

Tabela 3. Wiosenne zabiegi uprawowe ze stosowaniem dobrze rozłożonego obornika lub kompostu

Zabieg agrotechniczny	Nakłady na 1 ha		
	rbh	cnh	MJ
Bronowanie lub włókowanie	0,9	0,9	207
Siew nawozów azotowych	1,5	1,3	300
Bronowanie	0,9	0,9	207
Stosowanie obornika	12,0	8,0	2000
Orka płytka	2,2	2,2	507
Doprawianie roli (brona zębowa, agregat uprawowy, wał Campbella lub Cambridge)	1,5	1,5	345
Odkamienianie gleby	3,2	3,2	1245

Źródło: Nowacki 2014

zabiegi zależą od stanu spulchnienia gleby w okresie przedzimowym i naturalnej zwięzłości gleby związanej z jej składem mechanicznym. Na glebach typowo ziemniaczanych, jeśli obornik wnosimy wiosną i przykrywamy go orką, dalsze zabiegi wykonujemy za pomocą agregatu składającego się z brony zębowej i 2-rzędowego wału strunowego. W przypadku braku agregatu możemy stosować zastępczo tylko lekką bronę zębową. Gleby skłonne do zbrylania wymagają niekiedy zastosowania narzędzi aktywnych (brona wahadłowa, wirnikowa), doskonale kruszących i spulchniających glebę. Narzędzia te także powinny współpracować z wałem strunowym. W wyjątkowych przypadkach, tylko na glebach zlewnych, o nadmiernej wilgotności, jeśli ziemniak musi być tam uprawiany – wiosną możemy wykonać orkę na głębokość około 20 cm. Pług należy wtedy agregować z narzędziem doprawiającym (broną zębową, wałem kolczatką, wałem Campbella i Cambridge). Orka wiosenna pod ziemniaki pozwala na pozbycie się nadmiaru wilgoci, ale zwiększa zachwaszczenie i nakłady energetyczne.

3.3. Zintegrowany system nawożenia

Nawożenie jest jednym z elementów agrotechniki mającym podstawowe znaczenie w kształtowaniu plonu bulw ziemniaka i jego jakości. W rolnictwie integrowanym nawożenie plantacji ziemniaka powinno być dostosowane do właściwości agrochemicznych gleby oraz wymagań pokarmowych tej rośliny i opierać się na stosowaniu nawozów organicznych, uzupełnionych odpowiednio nawożeniem mineralnym.

Badania zasobności gleby w składniki pokarmowe

Ocena zasobności gleby w przyswajalne składniki pokarmowe jest ważnym elementem ustalenia potrzeb nawozowych roślin. Wypracowano wiele różnych metod określania zawartości przyswajalnych form makro- i mikroelementów w glebie. W Polsce powszechnie stosowanymi przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze są metody chemiczne. Polegają one na ekstrakcji przyswajalnych form składników pokarmowych z gleby za pomocą specjalnych rozpuszczalników chemicznych. Następnie oznacza się zawartość wyekstrahowanego składnika w użytym wyciągu glebowym i porównując oznaczoną ilość składnika z liczbami granicznymi, zalicza się gleby do odpowiedniej klasy zasobności. Spośród makroelementów największe znaczenie nawozowe mają: azot (N), fosfor (P), potas (K) i magnez (Mg), dlatego okręgowe stacje chemiczno-rolnicze wykonują głównie analizę zasobności gleby w te składniki i na tej podstawie ustalane są potrzeby nawozowe, czyli wielkości dawek do zastosowania. Spośród mikroelementów największe znaczenie mają mangan (Mn), miedź (Cu), cynk (Zn), bor (B) i molibden (Mb).

W ocenie zasobności gleby w przyswajalne formy makroelementów (P, K, Mg) wyróżnia się pięć klas: zawartość bardzo wysoka - klasa I, wysoka - klasa II, średnia - klasa III, niska - klasa IV i bardzo niska - klasa V. Przy bardzo wysokiej zawartości składnika w glebie potrzeby nawozowe określa się jako małe, a przy bardzo niskiej jako duże. Oceniając zawartość potasu i magnezu, obok zawartości składnika w glebie uwzględnia się również kategorię agronomiczną gleby (bardzo lekka, lekka, średnia, ciężka). Ocenę zasobności gleby w przyswajalne formy mikroelementów (Mn, Cu, Zn, B, Mo) prowadzi się w oparciu o trzy klasy: wysoką, średnią, niską. Do oceny zawartości poszczególnych mikroelementów, obok zawartości badanego składnika w glebie, niezbędne jest uwzględnienie dodatkowych kryteriów: w przypadku boru - określenie odczynu (pH gleby), miedzi i cynku - oznaczenie kategorii agronomicznej, manganu - kategorii agronomicznej i odczynu, natomiast molibdenu - oznaczenie zawartości fosforu i kategorii agronomicznej gleby.

Odmiennie niż w przypadku fosforu, potasu, magnezu czy mikroelementów określa się potrzeby nawożenia azotem. W ostatnich latach opracowane zostały przez IUNG - PIB w Puławach, przy współpracy ze stacjami chemiczno-rolniczymi, zalecenia do ustalania potrzeb nawożenia azotem na podstawie zawartości formy aktywnej tego składnika w glebie, czyli azotu mineralnego (N_{min}). Oznaczenie ilości N_{min} obejmuje sumę zawartości formy amonowej (NH_4^+) i azotanowej (NO_3^-) w zasięgu całej strefy korzeniowej roślin, wynoszącym najczęściej 0-60 lub 0-90 cm. Uzyskane wyniki analiz zawartości N-mineralnego w glebie, przez porównanie ich z wartościami liczb granicznych, służą do precyzyjnego wyznaczenia wielkości dawki tego składnika. Na podstawie wartości liczb granicznych

(kg $N_{\min}$ /ha) wyznaczono pięć klas gleb z przyporządkowaną im różną oceną potrzeb nawożenia azotem, od bardzo dużych do bardzo małych, uwzględniając kategorię agronomiczną gleby. Na ogół jednak test $N_{\min}$ okazuje się o wiele mniej przydatny niż testy glebowe do oceny zasobności gleby w przyswajalne formy pozostałych makroelementów. Główna przyczyna wynika stąd, że około 95% azotu w glebie występuje w formie organicznej bezpośrednio niedostępnej dla roślin, a ponadto azot mineralny podlega szybkim przemianom w glebie. Dlatego wyniki testu najlepiej stosować do określenia wielkości pierwszej dawki nawozów.

Pobieranie próbek

Badania gleby na zawartość przyswajalnych form składników pokarmowych w celach praktycznych przeprowadza się na próbkach pobranych z pól reprezentujących określoną powierzchnię. Ponieważ właściwości gleby są zmienne nawet w obrębie niewielkiego pola, pobieranie próbek jest czynnością mającą bardzo duże znaczenie, a nie zawsze odpowiednio docenianą. Wiele analiz obarczonych jest błędem z powodu niedbale pobranych próbek gleby. W celu opracowania zaleceń nawozowych dla poszczególnych składników pokarmowych, próbki indywidualne pobiera się z pola specjalną laską glebową lub za pomocą szpadla z warstwy ornej gleby, czyli 0–20 cm z równomiernie rozmieszczonych miejsc na polu, sposobem po przekątnej lub zakosami. Masa próbki pobrana z powierzchni 0,5 do około 1 ha, powinna wynosić około 500 g i stanowić mieszaninę przynajmniej 20 próbek pojedynczych. Aby zminimalizować wpływ zmienności glebowej, próbka zbiorcza powinna pochodzić z pola o podobnych właściwościach gleby (ten sam typ i rodzaj gleby) i podobnej historii użytkowania. Z pobierania próbek gleby wyłącza się obszary świeżo nawożone nawozami organicznymi lub mineralnymi, miejsca po stogach, kopcach itp. Najlepszym terminem do pobierania próbek glebowych jest okres od sprzętu roślin do nawożenia, czyli późne lato i jesień. Pobraną próbkę zbiorczą umieszcza się w woreczku foliowym, papierowym, płóciennym lub specjalnym pudełku. Do każdej próbki należy dołączyć opis, który powinien zawierać między innymi miejsce i datę pobrania próbki oraz rodzaj uprawy i dawki nawozów stosowanych w ostatnich latach. Próbkę glebową należy wysuszyć do stanu powietrznie suchego. Inaczej wygląda pobieranie i przygotowanie próbek glebowych do oceny zawartości azotu mineralnego w glebie. Zawartość azotu mineralnego jest bowiem oznaczana w profilu glebowym do 60 lub 90 cm z podziałem na 30-centymetrowe warstwy. W celu poprawnej oceny faktycznego stanu zasobności gleby w aktywne formy azotu (amonową i azotanową), próbki należy pobrać wiosną, przed wysiewem nawozów azotowych, losowo około 20–30 próbek pojedynczych z pola. Do pobierania gleby służą specjalne laski lub świdry glebowe. Zebrane próbki pojedyncze należy

dokładnie wymieszać. Z uzyskanej masy gleby należy odważyć 0,5-kilogramową próbkę, która powinna być reprezentatywna dla pola o powierzchni 5 ha. Analizy chemiczne są wykonywane w świeżej masie gleby, po wcześniejszym określeniu jej wilgotności. Do czasu rozpoczęcia analiz próbki powinny być przechowywane w stanie schłodzonym lub zamrożonym. Przerywa to aktywność biologiczną mikroorganizmów i przemiany związków azotowych w glebie.

Analiza próbek glebowych na zawartość P, K i Mg oraz mikroelementów w obrębie jednego pola powinna być wykonywana przynajmniej co 4 lata, natomiast dotycząca oceny zawartości azotu mineralnego w glebie w każdym roku. Znajomość zasobności gleby w przyswajalne formy makro- i mikroelementów pozwala prowadzić prawidłowe i racjonalne nawożenie, co w konsekwencji rzutuje na plon, utrzymanie żyzności gleby, a jednocześnie nie powoduje ujemnych skutków dla środowiska naturalnego oraz jest uzasadnione ekonomicznie.

NAWOZY NATURALNE I ORGANICZNE

Zgodnie z ustawą o nawozach i nawożeniu z dnia 26 lipca 2000 r. (Dz. U. Nr 89 poz. 991) oraz ustawą z dnia 10 lipca 2007 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. 2007 nr 147 poz. 1033), obornik, gnojówka i gnojowica zaliczane są do nawozów naturalnych, kompost jest nawozem organicznym, natomiast słoma i nawozy zielone nie są w ogóle zaliczane do nawozów. Mając jednak na uwadze, że głównym celem wszystkich podanych wyżej nawozów jest wzbogacenie gleby w próchnicę i składniki pokarmowe, przyjęto nazywać je nawozami organicznymi.

Obornik

Obornik stanowi źródło wszystkich makro- i mikroelementów dla roślin, poprawia właściwości gleby i przyczynia się do lepszego wykorzystania i wyższej efektywności nawozów mineralnych. Obornik powinien być dobrze przefermentowany i pod ziemniaki należy zastosować go w dawce 25-30 t/ha. Wraz z dawką 30 t/ha obornika wprowadza się do gleby: 150 kg azotu (N), 90 kg fosforu (P_2O_5), 180 kg potasu (K_2O), 150 kg wapnia (CaO), 60 kg magnezu (MgO) oraz 150 g boru, 120 g miedzi, 220 g manganu, 195 g cynku, 12 g kobaltu i śladowe ilości innych mikroelementów. Wykorzystanie przez ziemniaki składników z obornika w pierwszym roku może wynieść do 50%, z czego azotu do 30%, czyli około 45 kg, do 30% fosforu, czyli około 30 kg, i do 50% potasu, co stanowi około 90 kg. W uprawie ziemniaków obornik można stosować jesienią lub wiosną. Wiadomo, że wykorzystanie składników pokarmowych z obornika jest większe, gdy jest stosowany jesienią. Z drugiej jednak strony, jesienne stosowa-

nie obornika, szczególnie w warunkach gleb lżejszych oraz nadmiernych opadów deszczu w okresie jesiennym i słabym przemarzaniu gleby w okresie zimy, stwarza większe niebezpieczeństwo przenikania do wód gruntowych składników nawozowych uwalnianych w wyniku mineralizacji substancji organicznej z obornika, niż ma to miejsce w okresie wiosennego wnoszenia obornika. Należy zwrócić uwagę, że część azotu w oborniku występuje w formie amonowej. Azot w tej formie łatwo ulatnia się do atmosfery. Aby temu zapobiec, należy obornik po rozrzuceniu na polu przyorać jeszcze w tym samym dniu. Jest to podstawowa reguła, która niestety bardzo często nie jest przestrzegana. Ograniczeniu strat azotu sprzyja również stosowanie obornika w dni bezwietrzne i pochmurne lub dni dżdżyste.

Gnojówka

Gnojówka jest nawozem potasowo-azotowym. Zawiera jedynie znikome ilości fosforu, dlatego nawożąc gnojówką, należy pamiętać o uzupełnieniu tego składnika. W 1 m³ gnojówki znajduje się przeciętnie 3 kg azotu (N) i 7 kg potasu (K₂O) oraz mikroelementy. Gnojówkę pod ziemniaki najlepiej jest stosować wiosną w dawce 15–20 tys. dm/ha (20–30 m³). Należy zwrócić uwagę, że azot w gnojówce występuje w całości w formie amonowej, łatwo dla roślin dostępnej, ale również łatwo ulegającej stratom do atmosfery. Aby ograniczyć straty azotu, należy więc gnojówkę stosować w dni bezwietrzne i pochmurne, a następnie natychmiast wymieszać z glebą. Działanie nawozowe gnojówki ogranicza się do jednego roku.

Gnojowica

W ostatnich latach, w związku z przechodzeniem na bezściółkowe utrzymywanie zwierząt, coraz większego znaczenia w nawożeniu ziemniaków nabiera gnojowica. Jest to mieszanina kału i moczu oraz wody używanej do splukiwania tych odchodów i do higieny pomieszczeń inwentarskich. Gnojowica, podobnie jak obornik, zawiera makroelementy i niezbędne w żywieniu roślin mikroelementy oraz substancję organiczną. Gnojowica zawiera przeciętnie 6–8% suchej masy. W 1 m³ gnojowicy znajduje się przeciętnie 3–4 kg azotu, 2–3 kg fosforu (P₂O₅), 3–4 kg potasu (K₂O), około 2 kg wapnia (CaO) i około 1 kg magnezu (MgO). Składniki mineralne zawarte w gnojowicy występują w formie łatwiej przyswajalnej dla roślin niż zawarte w oborniku. Działanie następce gnojowicy na rośliny nie przekracza z reguły 2 lat. Nie należy więc stosować jej w nadmiernych dawkach ze względu na bezpieczeństwo środowiska przyrodniczego, a zwłaszcza ochronę wód powierzchniowych i gruntowych. Najbardziej racjonalnym terminem stosowania gnojowicy, szczególnie na glebach lekkich, jest wczesna wiosna, a na glebach

zwięzłych także jesień. Ustalając dawkę gnojowicy, przyjmuje się, że nie powinna przekraczać więcej niż 50-70% potrzeb pokarmowych roślin na azot, co w warunkach gleb lżejszych stanowi przeciętnie około 50-60 tys. dm/ha (50-60 m³) gnojowicy bydlęcej lub około 50 tys. dm/ha gnojowicy trzody chlewnej, która zawiera więcej od gnojowicy bydlęcej azotu ogólnego. Na glebach zwięzłych dawkę należy obniżyć o około 20%.

Kompost

Do kompostowania mogą być zastosowane wszelkie odpadowe materiały organiczne. Najlepiej mieszać ze sobą materiały o dużym stosunku C:N (słoma, trociny, kora itp.) z materiałami o małym stosunku C:N (odchody zwierząt, fekalia, pomiot ptasi itp.). Przy produkcji kompostów wyjściowy materiał organiczny formuje się w pryzmy i utrzymuje przez kilka miesięcy, zapewniając napowietrzanie (kilkakrotne mieszanie masy organicznej) i wilgotność 60-70%. Materiał jest gotowy do użycia, gdy stosunek C:N kształtuje się na poziomie 30-20:1, a masa kompostowa zatraci strukturę wyjściowej substancji organicznej i stanie się jednolita. Nazwy kompostów pochodzą od rodzaju komponentów użytych do kompostowania, np. kompost gospodarczy - otrzymany z odpadów gospodarstw rolnych, kompost torfowo-obornikowy, kompost trocinowy itp. Ze względu na różnorodność użytych materiałów zawartość składników nawozowych w gotowym kompoście może się wahać w szerokim zakresie. Kompost gospodarczy może zawierać średnio: N - 0,6%, P - 0,1%, K - 0,3% w świeżej masie. Można go stosować pod ziemniaki w dawce do 40 t/ha.

Słoma

Słoma roślin zbożowych może być dobrym nawozem organicznym pod warunkiem, że zostanie rozdrobniona na odcinki najlepiej krótsze niż 10-centymetrowe i przyorana natychmiast po zbiorze ziarna. W tym celu najlepiej jest zastosować do zbioru ziarna kombajn z zamontowanym rozdrabniaczem słomy i bezpośrednio po zbiorze wykonać podorywkę na głębokość 10-12 cm. Wartość nawozowa słomy przeznaczonej na przyoranie jest uzależniona od gatunku zboża. Wraz z dawką 5 t/ha słomy wprowadza się do gleby około 25 kg/ha N, 15 kg/ha P₂O₅ i 50 kg/ha K₂O.

Specyficzną cechą słomy jest szeroki stosunek C:N, wynoszący 80-100:1, podczas gdy w oborniku stosunek C:N waha się w granicach 20-25:1, zaś w glebie 8-12:1. Taki szeroki stosunek C:N w słomie po jej zastosowaniu może prowadzić do unieruchomienia azotu w glebie. Chcąc temu zapobiec oraz przyspieszyć rozkład słomy, należy zastosować dodatek azotu mineralnego (1 kg N na 100 kg przyorywanej słomy). Zatem pozostawienie przeciętnego plonu słomy wynoszącego 5 t z 1 ha na polu i przyoranie po rozdrobnieniu, wymaga dodatkowego nawożenia w wysokości

40–50 kg/ha N. Najlepiej zastosować na pociętą słomę mocznik lub gnojownicę. Przyorywanie słomy po zbiorze roślin może pełnić również funkcję ochronną, wiążąc nadmiar azotu mineralnego i nie dopuszczając do jego wymycia.

Nawozy zielone z roślin międzyplonowych

Alternatywną formę nawozu organicznego może stanowić zielona masa roślin poplonowych (tab. 4). Godnym polecenia rozwiązaniem jest uprawa ziemniaków po przyorywanych międzyplonach ścierniskowych, czyli wysiewanych po zbiorze roślin zbożowych i przyorywanych jesienią tego samego roku. Nie zaleca się natomiast uprawy ziemniaków po poplonach ozimych, czyli wysiewanych jesienią i przyorywanych wiosną następnego roku, gdyż prowadzić to może do obniżenia plonu bulw ze względu na opóźnienie terminu sadzenia. Oprócz dostarczania zielonej masy, rośliny poplonowe chronią glebę przed erozją wodną i wietrzną, przyczyniając się również do poprawy warunków fitosanitarnych w zmianowaniu roślin. Dodatkową korzyścią z uprawy roślin poplonowych jest jeszcze to, że dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu jest możliwe przemieszczanie makro- i mikroelementów z głębszych do wierzchnich warstw gleby. Z masą nadziemną łubinu jako rośliny poplonowej można wprowadzić do gleby około 140 kg/ha azotu (N), 30 kg/ha fosforu (P_2O_5) i 170 kg/ha potasu (K_2O), natomiast z poplonem gorczycy zbliżone ilości fosforu i potasu oraz znacznie mniejszą ilość azotu. Warunkiem udania się międzyplonów ścierniskowych (uzyskanie możliwie największej masy zielonej roślin) jest:

- możliwie wczesny zbiór z pola rośliny przedplonowej;
- wysiew nawozów fosforowych i potasowych (na ściern) i natychmiastowe przystąpienie do orki na głębokość 15–18 cm, najlepiej połączonej z narzędziem wyrównującym pole (brona, wał strunowy);
- wysiew roślin międzyplonowych, np. łubinu czy grochu pastewnego z owsem, w III dekadzie lipca, zaś gorczycy czy facelii w I połowie sierpnia, oraz odpowiednia ilość opadów w sierpniu i wrześniu;
- dobór odpowiednich gatunków roślin, np. gorczycy, facelii, rzepaku ozimego, słonecznika, jako roślin mniej zawodnych;
- odpowiednie nawożenie mineralne, tzn. 40–50 kg P_2O_5 i 60–80 kg K_2O na 1 ha oraz 60–90 kg N w przypadku uprawy roślin nie bobowatych.

Jeżeli założymy, że poplony ścierniskowe mają spełniać głównie funkcję biologicznego sorbenta (wiązania składników z gleby) i funkcje ochronne gleby, np. przed erozją wietrzną, to możemy pominąć nawożenie ich fosforem i potasem. Jeżeli uprawiane są rośliny bobowate, to nie należy również stosować azotu, natomiast pod pozostałe rośliny zaleca się zastosować małą dawkę tego składnika

Tabela 4. Zalecane rośliny międzyplonowe pod ziemniaki

Forma międzyplonu	Roślina	Kategoria agrotechniczna gleby		Termin siewu	Norma wysiewu [kg/ha]	Wartość nawozowa w stosunku do obornika	
		lekka	średnia			cała masa	resztki
Wiewki strątkowych i bobowatych z trawami	seradela koniczyna + trawy	+	+	IV-V IV	50-60 10+10	85	45
Międzyplony ścierniskowe z roślin bobowatych	groch past. + łubin żółty + seradela wyka j. + groch past. + łubin żółty łubin żółty + seradela wyka ozima + łubin żółty łubin żółty + groch pastewny łubin żółty + groch past. + wyka oz. łubin wąskolistny + groch past. groch pastewny łubin żółty seradela bobik + groch past. + wyka oz.	+	+	do końca lipca	100+80+20 40+120+60 130+30 40+100 100+100 120+60+40 140+100 200 200 70 90+60+50	77	50
Międzyplony ścierniskowe z innych roślin	gorczyca biała facelia rzepak słonecznik gorczyca biała + facelia gorczyca biała + rzepak	+	+	do 15 sierpnia	20 10 10 35 15 + 5 10 + 5	30	
Międzyplony ścierniskowe z roślin strączkowych i innych	groch pastewny + słonecznik łubin żółty + facelia facelia + seradela seradela + gryka facelia + wyka ozima bobik + groch past. + słonecz. bobik + wyka j. + słonecz. groch pastewny + wyka j. + rzepak	+	+	do 5 sierpnia	150 + 15 80 + 4 5 + 30 40 + 40 6 + 40 100+100+15 80+100+15 50+20+4	65	30
Międzyplony ozime	żyto żyto + wyka ozima rzepak ozimy	+	+	do 5 września	180 80+50 20		

Źródło: Nowacki 2014

(ok. 50 kg N/ha) w celu przyśpieszenia ich wzrostu, zwiększenia masy i tym samym pobrania jak największej ilości składników z gleby.

Międzyplony ścierniskowe należy przyorać późną jesienią (po wystąpieniu pierwszych przymrozków). W celu lepszego przykrycia zielonej masy roślin plonowych przed wykonaniem orki wskazane jest talerzowanie.

NAWOZY MINERALNE

Potrzeby pokarmowe ziemniaka są dość wysokie, bowiem w odniesieniu do plonu jednostkowego – 1 t bulw – wynoszą odpowiednio: 5 kg N, 1,5 kg P_2O_5 i 7 kg K_2O . Istnieje zatem konieczność uzupełniania składników pokarmowych nawożeniem mineralnym.

Nawozy azotowe

Azot jest najbardziej plonotwórczym składnikiem pokarmowym, ale przenawożenie tym składnikiem wpływa na bardzo bujny rozwój części nadziemnej roślin ziemniaka, natomiast opóźnia gromadzenie plonu. Zastosowanie zbyt dużej dawki azotu powoduje również łuszczenie naskórka, większe ciemnienie miąższu, wzrost poziomu azotanów w bulwach, zmniejszenie zawartości suchej masy, witaminy C i skrobi oraz zwiększa podatność na uszkodzenia mechaniczne przy zbiorze i straty w okresie przechowywania. Stąd ustalenie poziomu nawożenia azotem ma podstawowe znaczenie w kształtowaniu wysokości plonu i jego jakości. Dawki nawozów azotowych mogą być ustalone na podstawie testów glebowych, testów roślinnych oraz na podstawie funkcji produkcji nawożenia, czyli matematycznego opisu zależności między przyrostem dawki składnika a przyrostem plonu bulw. Na podstawie przebiegu funkcji można wyznaczyć dawkę optymalną składnika. Metoda ta ma najszerze znaczenie praktyczne i dowodzi, że odmiany ziemniaka odznaczają się dużym zróżnicowaniem w reakcji na nawożenie azotem.

Pod ziemniaki jadalne i skrobiowe zbierane po zakończeniu okresu wegetacji i charakteryzujące się małymi wymaganiami w stosunku do azotu należy zastosować około 100 kg N/ha, w przypadku odmian o średnich wymaganiach około 120 kg N/ha, a dla tych o dużych wymaganiach około 140 kg N/ha. Uprawiając ziemniaki bez obornika, dawki te należy zwiększyć o 20-40 kg N/ha.

W przypadku uprawy odmian wczesnych, z przeznaczeniem na wczesny zbiór, oprócz potrzeb nawozowych należy również uwzględnić termin zbioru. Przy zbiorze 60 dni od posadzenia ziemniaki wymagają nawożenia azotem w dawce około 50 kg N/ha. Przy zbiorze 75 dni od posadzenia należy zastosować około 70 kg N/ha. Jeżeli ziemniaki będą zbierane po zakończeniu okresu wegetacji i zaplanowana dawka azotu przekracza 100 kg/ha, to należy ją podzielić i do 80 kg/ha zastosować przed sadzeniem, a część uzupełniającą zastosować

bezpośrednio przed wschodami ziemniaków. Natomiast w przypadku uprawy ziemniaków z przeznaczeniem na wczesny zbiór całość zaplanowanej dawki azotu należy zastosować przed sadzeniem bulw, wczesną wiosną. Azot pod ziemniaki można zastosować w formie saletrzaney, amonowej, a także amidowej.

Nawozy fosforowe i potasowe

Ustalając wielkość dawek fosforu i potasu pod ziemniaki, oprócz wykorzystania składników z zastosowanego nawozu organicznego i potrzeb pokarmowych ziemniaka, należy ustalić zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu i potasu (tab. 5). Znając zasobność gleby w przyswajalne formy tych składników, posłużyć się można współczynnikami do przeliczenia ilości składników pobieranych z plonem ziemniaka na dawki nawozów.

Tabela 5. Współczynniki do przeliczenia ilości składników pobieranych z plonem bulw ziemniaka na dawki nawozów fosforowych i potasowych*

Nawożenie organiczne	Składniki	Klasa zasobności gleby				
		bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Na oborniku	fosfor	2,8	1,8	1,0	0,5	0,3
	potas	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2
Bez obornika	fosfor	3,0	2,0	1,2	0,7	0,5
	potas	1,3	1,2	1,0	0,7	0,5

*ilość składnika pobranego z oczekiwanym plonem należy pomnożyć przez określony współczynnik

Ustalane w ten sposób potrzeby nawozowe ziemniaka, przy plonie bulw 30 t z ha, dla gleb o średniej zasobności wynoszą:

- 1) **fosfor** - $30 \text{ t} \times 1,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ (pobranie fosforu z 1 t bulw) = 45 kg/ha P_2O_5
 $\times$ współczynnik - 1,0 (średnia zawartość fosforu w glebie plus obornik)
 = **45 kg/ha P_2O_5** ;
- 2) **potas** - $30 \text{ t} \times 7,0 \text{ kg K}_2\text{O}$ (pobranie potasu z 1 t bulw) = 210 kg/ha K_2O
 $\times$ współczynnik - 0,6 (średnia zawartość potasu w glebie plus obornik)
 = **126 kg/ha K_2O** .

Przy nieznaney zasobności gleby w fosfor i potas należy zastosować ogólne zasady poprawnego nawożenia, przyjmując, że dla ziemniaków jadalnych proporcja składników N:P:K powinna wynosić 1:1:1,5-2,0, a dla ziemniaków skrobiowych 1:1:1,3-1,5. W pierwszej kolejności należy ustalić wielkość dawki azotu,

a następnie proporcjonalnie w stosunku do tego składnika obliczyć wysokość dawek nawozów fosforowo-potasowych. Nawozy fosforowo-potasowe najlepiej stosować w okresie jesiennym, np. przyorując je wraz z obornikiem. Jednak na glebach lekkich i w rejonach o większej ilości opadów, ze względu na możliwość wymycia składnika lepiej jest zastosować nawozy – szczególnie potasowe – wiosną, przed wiosennymi zabiegami uprawowymi. Źródłem fosforu mogą być powszechnie stosowane superfosfaty, zaś nawożenie potasem można zastosować w postaci siarczanu potasu lub soli potasowej.

Nawozy wieloskładnikowe

Stosowanie nawozów wieloskładnikowych jest najbardziej efektywne i ekonomicznie uzasadnione. Stosując nawozy wieloskładnikowe, zapewniamy roślinie pełen komfort odżywiania się, gdyż wprowadzamy zwykle do gleby jednocześnie wszystkie podstawowe składniki N, P, K a nawet Mg i mikroelementy, unikając ograniczania dawki lub pomijania niektórych składników (z różnych względów) w przypadku stosowania nawozów jednoskładnikowych. Niektóre z nawozów wieloskładnikowych mogą być stosowane w całości jesienią lub wiosną do kompleksowego nawożenia ziemniaków, a niektóre wymagają jedynie uzupełnienia azotem.

Wielkość dawki nawozu wieloskładnikowego powinna wynikać z aktualnej zasobności gleby, głównie w fosfor, potas i magnez. Przy znanej zasobności gleby w te składniki wybieramy odpowiedni nawóz wieloskładnikowy, o takim składzie chemicznym, który pozwala nam na zaoszczędzenie jednego z tych składników. Zwykle jest to ten składnik, który znajduje się w glebie w największej ilości, np. potas czy fosfor. Brakującą ilość pozostałych składników ustala się z uwzględnieniem stanu zasobności gleby w te składniki. Jeżeli nawóz wieloskładnikowy nie zawiera w swoim składzie chemicznym wystarczającej ilości azotu do pokrycia potrzeb nawozowych ziemniaka, to uzupełniającą dawkę azotu można zastosować w dwóch wariantach. Jeżeli zaplanowana dawka azotu nie przekracza 100 kg/ha, to stosujemy ją z nawozem wieloskładnikowym (nawozy najlepiej wymieszać bezpośrednio przed wysiewem). Gdy dawka azotu jest wyższa od wskazanej, to uzupełniającą jej ilość przenosimy na okres tuż przed wschodami ziemniaków.

Monitorowanie stanu odżywienia roślin na plantacjach

Oceny stanu odżywienia roślin ziemniaka na plantacji w okresie ich wegetacji można dokonać na podstawie wyglądu roślin bądź analizy składu chemicznego. W pierwszym przypadku oceny stanu odżywienia roślin dokonuje się, porównując rośliny nawożone i nienawożone na wydzielonym obszarze pola, co dotyczy najczęściej nawożenia azotem. Dokładniejszą metodą określenia potrzeb w stosunku do azotu jest ocena z wykorzystaniem chlorofilometru (przrządu do po-

miaru zawartości chlorofilu w liściach). Zawartość chlorofilu w liściach roślin jest skorelowana z zawartością azotu. Wykorzystując liczby graniczne dla zawartości chlorofilu w liściach i porównując je z wartościami uzyskanymi w wyniku pomiarów, dokonuje się precyzyjnej oceny stanu odżywienia roślin w azot. Metoda ta może być wykorzystana przy ustalaniu uzupełniającej dawki azotu, np. w formie dolistnego dokarmiania.

Precyzyjniejszą metodą oceny odżywienia roślin w składniki pokarmowe w okresie wegetacji i wnioskowania na jej podstawie o potrzebach nawozowych roślin jest ilościowa analiza ich składu chemicznego. Do analizy wykorzystuje się całkowitą zawartość składników pokarmowych w tzw. częściach wskaźnikowych roślin. Części wskaźnikowe są to wybrane organy, np. liście czy łodygi, lub cała nadziemna masa rośliny, pobrane w ściśle określonych fazach wzrostu lub rozwoju roślin. Konieczność pobierania w ściśle określonych fazach wynika z faktu, że zawartość składnika ulega znacznym zmianom w okresie wegetacyjnym rośliny i kalibracja testu odnosi się tylko do tej fazy, dla której została przeprowadzona. Wyniki testu podaje się w formie przedziałów stopnia zaopatrzenia roślin w dany składnik, podobnie do klas zawartości składnika w glebie. Analizy należy przeprowadzać w możliwie wczesnym stadium rozwoju roślin ziemniaka, aby niedobór składników można było uzupełnić, np. przez dolistne dokarmianie, co możliwe jest zwłaszcza w przypadku azotu, magnezu czy mikroelementów.

Dolistne dokarmianie makro- i mikroelementami w okresie wegetacji

W niektórych fazach rozwojowych roślin ziemniaka składniki pokarmowe są pobierane szczególnie intensywnie i nie zawsze tradycyjne nawożenie dogłębowe gwarantuje dostępność ich dla roślin. Niedobór składników w fazie największego zapotrzebowania przez rośliny może wystąpić również na glebach zasobnych, np. w czasie okresowej suszy lub na skutek zablokowania niektórych pierwiastków w wyniku ich wzajemnego antagonistycznego oddziaływania czy niewłaściwego odczynu gleby. Uzasadnione jest w takim przypadku uzupełnianie składników nie tylko przez system korzeniowy, lecz również przez dokarmianie dolistne. Również w sytuacji, kiedy oczekiwać można dużego plonu bulw, a więc przy właściwym nawożeniu organicznym i mineralnym, przy pełnej ochronie plantacji przed chwastami, chorobami i szkodnikami, wskazane jest zastosowanie dodatkowego dolistnego dokarmiania roślin.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń opracowano kilka wariantów dolistnego dokarmiania plantacji ziemniaka.

Dolistne stosowanie azotu

Do dolistnego dokarmiania ziemniaka, podobnie jak i innych roślin, nadaje się w zasadzie tylko wodny roztwór mocznika. Mocznik jest związkiem organicznym

w całości rozpuszczalnym w wodzie, który powoduje znacznie mniejsze uszkodzenie roślin niż roztwory innych związków azotu, a przy właściwym doborze stężenia roztworu można w ogóle uniknąć oparzeń liści.

Dla ziemniaków optymalne stężenie mocznika w roztworze wynosi 5–6%, tzn. że przy każdorazowym zużyciu 300 dm³/ha cieczy stosuje się 15–18 kg mocznika. Zabiegi można wykonywać od fazy zwarcia rzędów przez rośliny ziemniaka do fazy formowania jagód, w około dwutygodniowych odstępach. Dolistne dokarmianie mocznikiem zaleca się wykonywać 2–4 razy w okresie wegetacji ziemniaka.

Dolistne stosowanie wieloskładnikowego nawozu mikroelementowego

Obecnie na rynku znajduje się dużo wieloskładnikowych nawozów dolistnych, w których największy udział mają schelatyzowane związki zawierające dostępne dla roślin mikroelementy. Dolistne dokarmianie nawozami wieloskładnikowymi zaleca się wykonywać 2–4 razy w okresie wegetacji, począwszy od zwarcia roślin w międzyrzędziach aż do formowania jagód.

Dolistne stosowanie magnezu

Ziemniaki wykazują największe zapotrzebowanie na magnez w fazie zawiązywania bulw. Do fazy kwitnienia magnez stosuje się dwukrotnie w formie siedmiowodnego siarczanu ($\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) o stężeniu 5% lub w formie jednowodnego siarczanu ($\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$) o stężeniu 2–3%.

Celowe jest łączenie wyżej wymienionych wariantów dolistnego dokarmiania, na przykład:

- dolistne stosowanie azotu łącznie z wieloskładnikowym nawozem mikroelementowym,
- dolistne stosowanie azotu łącznie z magnezem i siarką,
- dolistne stosowanie magnezu i siarki łącznie z wieloskładnikowym nawozem mikroelementowym,
- dolistne stosowanie azotu łącznie z magnezem oraz wieloskładnikowym nawozem mikroelementowym.

Takie warianty dolistnego dokarmiania są bardziej efektywne ekonomicznie i technicznie, a ponadto siarczan magnezu wykazuje działanie chroniące rośliny przed oparzeniem mocznikiem w czasie suchej pogody.

Rodzaj i liczbę opryskiwań trzeba dostosować do warunków plantacji oraz długości okresu wegetacji uprawianej odmiany. Nie należy jednak zmieniać zalecanego stężenia roztworu mocznika czy siarczanu magnezu oraz zaleceń producenta odnośnie dawek nawozu wieloskładnikowego.

Mając na względzie obniżenie kosztów produkcji, należy, jeżeli jest to tylko możliwe, łączyć zabiegi dolistnego dokarmiania z zabiegami ochronnymi przed sprawcami chorób i szkodnikami. Przygotowując mieszaninę nawozów dolistnych

ze środkami ochrony roślin, najpierw trzeba sporządzić roztwór mocznika i siarczanu magnezu, następnie – mieszając – dodać roztwór nawozu wieloskładnikowego i na końcu – oddzielnie przygotowane wodne roztwory preparatów ochrony roślin. Nie wolno mieszać wszystkiego naraz w jednym zbiorniku, gdyż gwałtowne łączenie cieczy może powodować tzw. kłaczenie lub wytrącanie się osadu.

3.4. Sadzenie

Podstawowym warunkiem uzyskania wysokich i stabilnych plonów ziemniaka w produkcji integrowanej jest stosowanie sadzeniaków o wysokiej wartości nasiennej. O wartości tej decyduje przede wszystkim zdrowotność, czyli stopień porażenia bulw chorobami, z których największe znaczenie mają choroby wirusowe powodujące degenerację ziemniaków (wyradzanie). Sadzeniaki o dobrej wartości nasiennej oferują wraz z paszportem firmy nasienne. Jakość zakupionych sadzeniaków powinna spełniać szczegółowe wymagania dotyczące zdrowotności oraz cech zewnętrznych bulw zawarte w rozporządzeniu MRiRW z dnia 20 listopada 2014 r. (Dz. U. z 2014 r. poz. 1795). Najważniejsze, określone w Rozporządzeniu, wymagania dotyczące jakości sadzeniaków są następujące:

- sadzeniaki powinny być wolne od organizmów kwarantannowych;
- stopień porażenia bulw chorobami wirusowymi, a także bakteryjnymi i grzybowymi nie może przekroczyć wymagań przewidzianych dla danego stopnia kwalifikacji przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi;
- sadzeniaki powinny mieć odpowiedni kalibr.

Zgodnie ze wspomnianą regulacją prawną, frakcję sadzeniaków stanowią bulwy, których średnica jest większa niż 25 mm. Rozporządzenie nie określa maksymalnej średnicy sadzeniaków. Nie znaczy to, że w jednej partii sadzeniaków mogą się znajdować bulwy o dużym rozrzucie wielkości. Przepisy stanowią, że różnica między najmniejszym i największym wymiarem bulw w jednej partii nie może być większa niż 20 mm. Partię sadzeniaków stanowić mogą bulwy, których minimalna i maksymalna średnica wynosi np. 25-45 mm; 35-55 mm; 40-60 mm; 45-65 mm; 50-70 mm; 60-80 mm. Wskazane jest, aby różnica wielkości bulw była jak najmniejsza, a w partii sadzeniaków znajdowały się bulwy o średnicy np. 25-35 mm czy 35-40 mm.

Przygotowanie bulw do sadzenia

Staranne przygotowanie sadzeniaków na przedwiośniu jest bardzo ważnym zadaniem, którego skutki są odczuwalne w późniejszym okresie. Wpływa ono na równomierny i prawidłowy wzrost roślin, na dobre wykorzystanie pola przeznaczonego pod uprawę ziemniaków oraz na zdrowotność roślin, a tym samym na

plon. Jeżeli w gospodarstwie uprawia się ziemniaki na wczesny zbiór, niezbędnym zabiegiem jest podkielkowanie sadzeniaków. W przypadku innych kierunków produkcji zaleca się ich pobudzanie. Przed przystąpieniem do podkielkowania czy pobudzania ziemniaki należy przebrać. Czynność tę wykonuje się w celu usunięcia bulw z objawami mokrej i suchej zgnilizny, ospowatości bulw, zarazy ziemniaka oraz uszkodzeń mechanicznych.

Pobudzanie sadzeniaków

Jeżeli decydujemy się na pobudzanie sadzeniaków, należy przesortowane ziemniaki umieścić w uformowanej przyźmie, luzem w stodole lub innym pomieszczeniu, i lekko okryć słomą, matami lub plandekami, zabezpieczając w ten sposób przed przymrozkami. Można je także wsypać do przewiewnych worków i umieścić w suchym miejscu na wolnym powietrzu, pamiętając również o ich przykryciu. Przy pobudzaniu dostęp światła nie jest konieczny. Po 2-3 tygodniach pobudzania sadzeniaki powinny mieć w zagłębieniach oczek kielki długości 1-2 mm, nie wystające ponad zagłębienia. Przy takiej wielkości kielków nie ma obawy, że ulegną one obłamaniu w czasie transportu na pole i przy sadzeniu. Pobudzanie pozwala sprawdzić zdolność kiełkowania bulw przeznaczonych do sadzenia. Jeśli po 2 tygodniach ziemniaki nie zaczną kiełkować, to znaczy, że sadzeniaki były przechowywane niewłaściwie lub z innych powodów straciły zdolność kiełkowania. Na polu zasadzonym takimi sadzeniakami występują braki roślin, a w konsekwencji obniżony zostanie plon.

Podkielkowanie sadzeniaków

Zabiegiem trudniejszym do przeprowadzenia, ale dającym duże korzyści, jest podkielkowanie sadzeniaków, niezbędne w przypadku uprawy na wczesny zbiór.

Podkielkowanie bulw powoduje:

- przyspieszenie wschodów o 1-2 tygodnie, w zależności od stanu fizjologicznego bulw oraz warunków pogodowych panujących w okresie od posadzenia do wschodów. Pozwala to na przesunięcie okresu wegetacji na czas mniejszego zagrożenia zarazą ziemniaka;
- lepszy rozwój systemu korzeniowego, a więc lepsze wykorzystanie wody i składników pokarmowych;
- lepsze wyrównanie plantacji przez wyeliminowanie sadzeniaków niekiełkujących i chorych, co zmniejsza zachwaszczenie i poprawia zdrowotność roślin;
- znaczne zwiększenie plonów, w przypadku bardzo wczesnych terminów zbioru;
- zmniejszenie porażenia chorobami wirusowymi oraz rizoktoniozą;
- przyspieszenie zbioru na okres wyższych temperatur, co powoduje zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych i lepszą przechowywalność.

Korzyści te są niezaprzeczalne, pod warunkiem że podkielkowanie przeprowadzono prawidłowo, a długość tego zabiegu dostosowano do tempa fizjologicznego starzenia się bulw poszczególnych odmian. Odmiany ziemniaka starzeją się bowiem z różną szybkością, a tempo starzenia nie zależy od długości okresu wegetacji. Odmiany o wolnym tempie starzenia się należy podkielkować dłużej, zaś odmiany szybko starzejące się fizjologicznie – krócej.

Długość okresu podkielkowania zależy od odmiany i ulega zmianom w zależności od terminu zbioru. Generalnie, im wcześniej będzie zbierany plon, tym podkielkowanie sadzeniaków powinno być dłuższe. I tak:

- ziemniaki przeznaczone do zbioru po 60 dniach od sadzenia powinny być podkielkowane przez 6-8 tygodni;
- ziemniaki, które będą zbierane po 75 dniach od sadzenia powinny być podkielkowane przez 4-6 tygodni;
- ziemniaki odmian wczesnych, przy planowanym zbiorze po dojrzeniu, należy podkielkować przez 4 tygodnie.

Optymalne podkielkowanie daje wyższą plonowość w stosunku do kombinacji bez podkielkowania o około:

- 100-200% w przypadku zbioru po 60 dniach;
- 50% w przypadku zbioru po 75 dniach;
- 20% w przypadku zbioru po dojrzeniu.

Do podkielkowania sadzeniaków potrzebna jest temperatura 12-15°C, światło oraz wilgotność względna powietrza wynosząca około 80%, aby przeciwdziałać wysychaniu bulw. Dostateczne natężenie światła to 150 luksów przez 10-12 godzin na dobę. Stosując światło sztuczne, można używać lamp jarzeniowych o mocy 40-65 W. Do oświetlenia 200-300 skrzynek wystarczy od 5 do 6 takich lamp. Jedna lampa powinna przypadać na 4-5 m² powierzchni podkielkowni.

Najlepszym wskaźnikiem wystarczającej ilości światła jest wygląd kielków. Prawidłowo podkielkowane sadzeniaki powinny mieć kielki długości do 2 cm, grube, intensywnie zabarwione, mocno związane z bulwą. Kształt i barwa kielków jest cechą odmianową.

Sadzeniaki mogą być podkielkowane w niskich skrzynkach drewnianych lub plastikowych. Najlepsze do tego celu są skrzynki o wymiarach 60 × 40 × 20 cm. Bulwy powinny być układane co najwyżej w 2-3 warstwach. Dobrze wykształcone kielki z zawiązkami korzeni są mocno związane z bulwą i nie ma obawy, że zbyt duża ich ilość ulegnie obłamaniu i uszkodzeniu w czasie sadzenia.

W niektórych technologiach podkielkowanie sadzeniaków przeprowadza się w dwóch etapach. W pierwszym etapie bulwy umieszczane są w ażurowych skrzynkach, w ciemnym, chłodnym i dobrze wietrzanym pomieszczeniu, na 2-3 tygodnie, do czasu uformowania kielków długości do 5 mm. Następnie

przenosi się je na 5-6 tygodni do jasnych pomieszczeń z regulowaną temperaturą, podwyższaną codziennie o 1-2°C, aż do osiągnięcia 18-20°C. Cały etap podkielkowania trwa od 7 do 9 tygodni. Takie postępowanie sprzyja tworzeniu się dużej liczby kielków, co w praktyce oznacza, że roślina wytworzy większą liczbę łodyg. Powinno to być uwzględnione przy ustalaniu liczby pędów na jednostce powierzchni gwarantującej uzyskanie wcześnie wysokiego plonu handlowego.

Technika sadzenia

Sadzenie jest zabiegiem agrotechnicznym, którego zadaniem jest umieszczanie sadzeniaków w glebie, w tej samej odległości, według nastawionej gęstości sadzenia, na jednakowej głębokości, z zachowaniem przyjętej rozstawy międzyrzędzi. Dokładne sadzenie jest podstawowym warunkiem prawidłowego wykonania dalszych zabiegów, głównie mechanicznych zabiegów pielęgnowania.

Szerokość międzyrzędzi

Jednym z elementów technologii produkcji, która wpływa na jakość produkowanych bulw jest szerokość międzyrzędzi. Powinna ona wynikać z rozstawy kół ciągnika i towarzyszących maszyn, które stosujemy w trakcie zabiegów agrotechnicznych. Najczęściej stosowana jest rozstawa 62,5 i 75 cm. Zwiększone wymagania jakościowe w stosunku do bulw przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego i na cele jadalne powodują, że należy dążyć do przechodzenia na zwiększone szerokości międzyrzędzi, tj. do 75 cm, a nawet do 90 cm.

Główne zalety zwiększenia szerokości międzyrzędzi są następujące:

- zmniejszenie energochłonności produkcji;
- zwiększenie wydajności pracy;
- ograniczenie szkodliwego wpływu ugniatania kół ciągnika na system korzeniowy oraz rozwijające się stolony i bulwy;
- zapewnienie większej masy gleby do rozwoju części podziemnej rośliny;
- ograniczenie niektórych wad jakości bulw, takich jak: zazielenienia, deformacje, uszkodzenia mechaniczne i, co bardzo istotne dla produkcji integrowanej, ograniczenie porażenia bulw sprawcą zarazy ziemniaka;
- zmniejszenie podatności redlin na deformacje i rozmywanie w przypadku nawadniania plantacji.

Gęstość sadzenia

Jest to bardzo ważny element agrotechniki wpływający na jakość plonu. Dla poszczególnych kierunków produkcji wymagane są bulwy o następującej średnicy poprzecznej:

- ziemniaki jadalne – powyżej 35 mm;
- ziemniaki przeznaczone na frytki – powyżej 50 mm;
- ziemniaki przeznaczone na chipsy – 40–60 mm.

Na wielkość plonu bulw i jego strukturę, czyli udział w plonie bulw różnej wielkości, wpływa szereg czynników. Jednym z nich jest liczba łodyg na jednostce powierzchni (tab. 6).

W miarę wzrostu liczby pędów w strukturze plonu zachodzą następujące zmiany:

- wzrasta plon całkowity;
- wzrasta udział i plon bulw małych;
- wzrasta udział bulw jadalnych, osiągając maksimum przy około 200 tys. pędów na ha;
- maleje udział bulw dużych i plon bulw dużych.

Optymalna liczba łodyg na 1 ha, wymagana dla osiągnięcia maksymalnego plonu bulw pożądanej frakcji dla poszczególnych kierunków produkcji wynosi:

- dla plonu handlowego bulw przeznaczonych na frytki – 100–150 tys.;
- dla plonu handlowego bulw przeznaczonych na cele jadalne i chipsy – około 200 tys.;
- dla plonu sadzeniaków i ziemniaków skrobiowych – 300 tys.

O liczbie pędów na jednostce powierzchni decydują następujące czynniki:

- wielkość sadzeniaka;
- gęstość sadzenia;
- właściwości odmianowe.

Im większy sadzeniak, tym więcej wytwarza oczek i łodyg. Wieloletnie badania na dużej liczbie odmian wykazały, że z sadzeniaków najmniejszych, tj. o masie do 20 g, wyrastają 2,7 łodygi, zaś przyrost na każde 20 g masy sadzeniaka wynosi 0,5 łodygi.

Tabela 6. Liczba łodyg wyrastająca z sadzeniaków o różnej wielkości bulw

Liczba łodyg [szt.]	Wielkość sadzeniaków [średnica sadzeniaka (cm)/masa (g)]											
	małe				średnie			duże				
	2,8/ 20	3,0/ 30	3,5/ 40	4,0/ 50	4,4/ 60	4,8/ 70	5,0/ 80	5,2/ 90	5,4/ 100	5,7/ 110	5,9/ 120	6,1/ 130
Wyrastające z bulwy	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9	5,1	5,4	5,7
Średnia dla trzech grup wielkości sadzeniaka	3,2				4,1			5,1				

Znając wielkość wysadzanych bulw, kierunek produkcji i stosowaną rozstawę międzyrzędzi, możemy obliczyć zalecaną gęstość sadzenia, umożliwiającą uzyskanie požądanej wielkości bulw dla danego kierunku produkcji. Służy do tego poniższy wzór:

$$G = \frac{10\,000 \text{ m}^2 \times ip}{ik \times l},$$

gdzie:

G – zalecana gęstość sadzenia;

ip – liczba pędów na wysadzonej bulwie sadzeniaka;

ik – zalecana liczba pędów dla danego kierunku produkcji (tys. szt. na 1 ha);

l – rozstawa rzędów (m).

Tabela 7. Zalecana gęstość sadzenia dla podstawowych kierunków użytkowania w zależności od wielkości wysadzanych bulw

Wielkość sadzenia-ków	Liczba roślin na 1 ha [tys. szt.]	Po-wierzchnia prze-znaczona pod 1 roślinę [cm²]	Gęstość sadzenia w rzędzie przy rozstawie międzyrzędzi [cm]			Masa wysadzo-nych bulw [dt/ha]	Zaleca-na głę-bokość sadzenia [cm]
			62,5 ^d	67,5 ^d	75,0		
100 tys. pędów – ziemniak dla przetwórstwa spożywczego – frytki							
Małe ^a	31,2	3205	51	47	43	12,5	4-5
Średnie ^b	24,4	4098	66	61	55	17,1	5-6
Duże ^c	19,6	5102	82	76	68	21,6	6-7
200 tys. pędów – ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – chipsy							
Małe	62,5	1600	26	24	21	25,0	4-5
Średnie	48,8	2049	33	30	27	34,2	5-6
Duże	39,2	2551	41	38	34	43,1	6-7
300 tys. pędów – ziemniak skrobiowy i sadzeniaki							
Małe	93,8	1066	17	16	14	30,0	4-5
Średnie	73,2	1366	22	20	18	51,2	5-6
Duże	58,8	1700	27	25	23	64,7	6-7

^a średnica = 3–4 cm, masa = 40 g; ^b średnica = 4–5 cm, masa = 70 g; ^c średnica = 5–6 cm, masa = 110 g; ^d stosowanie rozstawy 62,5 oraz 67,5 cm na frytki i chipsy powinno być ograniczone tylko do przypadków, kiedy dysponujemy sprzętem do rozstawy 75 cm

Źródło: Nowacki 2014

Wymagane zagęszczenie pędów na jednostce powierzchni możemy uzyskać tylko wtedy, gdy dysponujemy sadzarkami o nowoczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, posiadających między innymi możliwości zmiany gęstości sadzenia w bardzo szerokim zakresie.

Głębokość i termin sadzenia

Sadzenie powinno być możliwie płytkie, tak aby główna masa części podziemnej rośliny (korzenie, stolony i bulwy) znajdowała się w warstwie ornej, w której panują najbardziej optymalne warunki wzrostu i rozwoju. Zbyt płytkie umieszczenie bulw sadzeniaka może powodować płytsze zaleganie bulw potomnych, co stwarza niebezpieczeństwo ich zazielenienia. Głębokość sadzenia powinna odpowiadać średnicy sadzeniaka powiększonej o 1–2 cm, mierząc od wyrównanej powierzchni roli przed sadzeniem. Taka głębokość jest pewnym kompromisem między wymienionymi uwarunkowaniami, co pozwala na ułatwienie zbioru i ograniczenie uszkodzeń mechanicznych bulw. Jest to jeden z parametrów decydujących o jakości bulw (tab. 7).

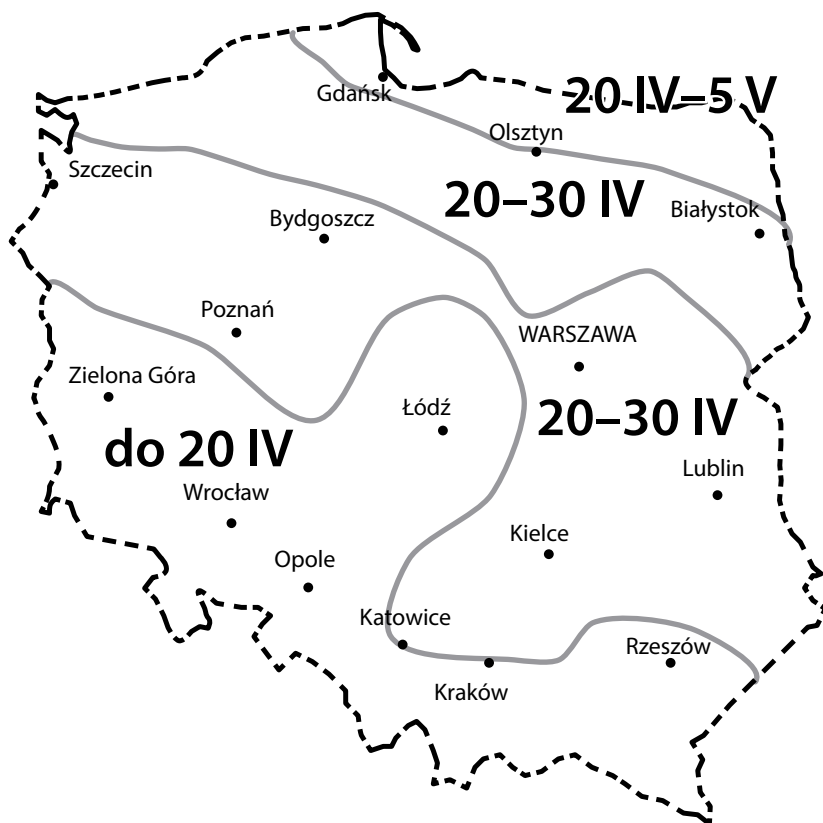
O terminie sadzenia powinna decydować głównie temperatura gleby na głębokości 10 cm. W przypadku stosowania sadzeniaków podkiełkowanych termin sadzenia należy przyspieszyć i wysadzać bulwy wtedy, gdy temperatura gleby na głębokości 10 cm wynosi 6–8°C. W poszczególnych rejonach kraju warunki te występują w różnych terminach.

Korzystne dla wysadzania ziemniaków warunki występują najwcześniej w południowym obszarze kraju (w tym głównie w pasie przebiegającym od Zielonej Góry w kierunku do Rzeszowa), natomiast najpóźniej w północno-wschodniej Polsce, tj. powyżej linii przebiegającej od Gdańska do Białegostoku, a także na niewielkich obszarach górskich (rys. 2).

Zbyt wczesne sadzenie może spowodować większe zagrożenie porażenia sadzeniaków rizoktoniozą.

Opóźnienie terminu sadzenia jest bardzo niewskazane szczególnie w produkcji integrowanej, ponieważ przesunęła wegetację na okres mniej sprzyjających warunków klimatycznych i większego zagrożenia zarazą ziemniaka. Ponadto opóźnienie terminu sadzenia o 2 tygodnie może spowodować u wielu odmian spadek plonu nawet o ponad 10 t/ha, a także pogorszyć jakość bulw, powodując:

- obniżenie zawartości suchej masy i skrobi;
- wzrost sumy cukrów, w tym cukrów redukujących;
- wzrost skłonności do ciemnienia miąższu bulw i ciemnienia produktów smażonych;
- wzrost uszkodzeń mechanicznych bulw;
- spadek trwałości przechowalniczej bulw;
- spadek udziału bulw dużych.



Rys. 2. Optymalne terminy sadzenia ziemniaków w Polsce

3.5. Dobór odmian w integrowanej ochronie i produkcji ziemniaka

Podstawowym ogniwem, które łączy i będzie łączyć pole z konsumentem, jest odmiana. Dlatego też bardzo ważna dla producenta i użytkownika jest możliwość korzystania z różnorodności odmian oferowanych przez firmy hodowlano-nasienne.

Podstawowym warunkiem pojawienia się odmiany na rynku nasiennym i w handlu jest jej wpis do Krajowego Rejestru Odmian (KR) w Polsce lub Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA).

Głównym kryterium rejestracji odmian zarówno w Polsce, jak i za granicą jest ich wysoka wartość gospodarcza określana w ścisłych doświadczeniach polowych i badaniach laboratoryjnych. Na ich podstawie do praktyki rolniczej mogą trafić najbardziej wartościowe odmiany krajowe i zagraniczne.

Aktualnie problematyka rejestracji odmian roślin (w tym ziemniaka), wytworzenia, oceny oraz obrotu i kontroli jakości materiału siewnego (w tym

sadzeniaków ziemniaka) regulowane są postanowieniami ustawy z dnia 9 listopada 2012 r. o nasiennictwie wraz z towarzyszącymi im rozporządzeniami i odpowiednimi aktami prawnymi UE.

Dyrektywy Rady 2002/53/EC z dnia 13 czerwca 2002 i 2005/90/WE z dnia 16 grudnia 2005 określają procedury badawcze oraz wymogi, jakie odmiany roślin rolniczych powinny spełnić zanim zostaną wpisane do KR, a następnie notyfikowane i włączone do CCA, tworzonego na podstawie rejestrów państw członkowskich. Badania odrębności, wyrównania i trwałości (OWT) są prowadzone zgodnie z obowiązującymi przepisami wspólnotowymi według metodyk Wspólnotowego Urzędu Odmian Roślin (CPVO) oraz wytycznych Międzynarodowego Związku Ochrony Nowych Odmian Roślin (UPOV). W przypadku roślin rolniczych, przed wpisaniem odmian do krajowego rejestru oprócz badań OWT wymagane jest badanie wartości gospodarczej (WGO).

Warunkiem wpisania odmiany roślin rolniczych do KR w Polsce jest zadowalająca wartość gospodarcza, zachowanie odmiany, nadanie jej odpowiedniej nazwy oraz spełnienie wymogów OWT. Odmiany ziemniaka wpisywane są do KR na 10 lat (z możliwością przedłużenia wpisu) i wchodzi do obowiązującego na terenie państw członkowskich UE Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych. Wyłączne prawo jest przyznawane tej odmianie, która spełnia kryterium nowości, jest odrębna, wyrównana i trwała oraz ma odpowiednią nazwę. Ochrona odmiany ziemniaka trwa 30 lat. Sprawami związanymi z urzędowym badaniem, rejestracją odmian, prowadzeniem krajowego rejestru i przyznawaniem wyłącznego prawa do odmiany zajmuje się Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej.

Podstawową zaletą wpisu odmian do KR jest dostępność informacji o cechach gospodarczych i użytkowych, takich jak: wczesność odmian, plon, struktura plonu, zawartość skrobi, odporność na patogeny (wirusy, grzyby, nicienie), morfologia bulw, ocena konsumpcyjna, przydatność do przetwórstwa itd. Duża liczba odmian ułatwia również trafniejszy dobór do produkcji w zależności od wybranego kierunku użytkowania, dostosowany do lokalnych warunków ekonomicznych i rolniczo-środowiskowych. Szeroka paleta odmian o określonych parametrach ilościowych i cechach jakościowych ułatwia wybór odmian dla zaspokojenia określonych preferencji konsumenckich (odmiany jadalne), przemysłu skrobiowego (odmiany skrobiowe) i przetwórstwa (odmiany do produkcji frytek, chipsów, suszy i galanterii ziemniaczanej (sałatek, konserw, mrożonek).

Badania wartości gospodarczej (WGO) prowadzone są według specyficznej dla tego gatunku metodyki i kryteriów oceny. Dwu-trzyletnie doświadczenia urzędowe COBORU obejmują badania OWT oraz polowe doświadczenia rejestrowe WGO prowadzone w zróżnicowanych warunkach środowiskowych kraju, badania laboratoryjne i testy odpornościowe.

Badania OWT odmian ziemniaka prowadzone są według metodyki COBORU zgodnej z metodyką CPVO-TP/23/2, dzięki czemu istnieje harmonizacja tych badań w państwach UE. Metodyka obejmuje obserwacje i pomiary 37 cech botanicznych ziemniaka. Na podstawie dwuletnich badań odmiany sporządza się jej urzędowy opis. COBORU został uznany za jednostkę kompetentną do przeprowadzania badań OWT odmian ziemniaka dla CPVO, w celu udzielania hodowcy wspólnotowego prawa do odmiany.

Doświadczenia jednoczynnikowe badające WGO odmian ziemniaka zakładane są w układzie bloków niekompletnych, 1-rozkładalnych, a doświadczenia czynnikowe (z terminami zbioru) prowadzone są najczęściej metodą rozszczepionych bloków (split-block) w trzech powtórzeniach, zgodnie z metodyką COBORU. W każdej miejscowości zakłada się cztery oddzielne doświadczenia WGO z odmianami bardzo wczesnymi, wczesnymi, średnio wczesnymi oraz średnio późnymi i późnymi. W doświadczeniach badane są odmiany zgłoszone do KR na tle odmian zarejestrowanych, stanowiących wzorce. Analiza stosowanych metod badania odmian ziemniaka wykonana przez ekspertów Grupy Roboczej ds. Oceny Odmian Ziemniaka Europejskiego Stowarzyszenia Badań nad Ziemniakiem (EAPR) wykazała możliwość harmonizacji oceny w poszczególnych krajach.

Trudno jednak uzyskać odmianę, która będzie spełniać wszystkie oczekiwania. Celem hodowcy jest wyhodowanie odmiany ziemniaka o dobrych właściwościach, zadowalających jej użytkowników.

Zgodnie z ustawą o nasiennictwie, za odmianę o zadowalającej wartości gospodarczej uważa się taką, która w porównaniu z odmianami wpisanymi do KR ma takie właściwości, które powodują poprawę wartości gospodarczej w uprawie oraz w przerobie i użytkowaniu ziemniaków lub wyrobów z nich wytworzonych; dopuszcza się, aby pojedyncze, niekorzystne właściwości odmiany, w porównaniu z odmianami wpisanymi do KR, były zrekompensowane innymi korzystnymi właściwościami.

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat liczba odmian ziemniaka wpisywanych do KR systematycznie wzrastała, szczególnie od roku 1995, kiedy to w Polsce została zarejestrowana pierwsza zagraniczna odmiana Vital. Integracja Polski z UE, oprócz dużej liczby odmian zagranicznych już wpisanych do KR, umożliwiła wprowadzenie do naszego kraju nowych odmian, które wcześniej nie były u nas ani uprawiane, ani badane lub nie spełniały wymogów określonych dla celów rejestracji w Polsce (tab. 8).

Odmiany zagraniczne ziemniaka stanowią 39% stanu KR. Wszystkie odmiany wpisane do KR są odporne na raka ziemniaka, a większość jest także odpornych na mątwika ziemniaczanego. Większość zagranicznych odmian ziemniaka zarejestrowano głównie ze względu na ich przydatność do przetwórstwa. Krajowe odmiany cechują się wyższą opornością na patogeny. Z kolei zagraniczne wykazują nieznaczną przewagę w smakowitości oraz wyrównaniu kształtu bulw. Według stanu na 30 listopada 2017 r., w KR znajdowało się 97 odmian, a jego strukturę przedstawia tabela 8.

Tabela 8. Struktura odmian ziemniaka wpisanych do Krajowego Rejestru Odmian z uwzględnieniem typu użytkowego, grupy wczesności i pochodzenia

Typ użytkowy		Grupa wczesności					Krajowe	Zagraniczne
		bardzo wczesne	wczesne	średnio wczesne	średnio późne	późne		
Jadalne		13	20	25	6	–	39	25
Przetwórstwo*		1	6	6	1	–	1	13
Skrobiowe		–	1	12	3	9	23	2
Łącznie	liczba	14	27	43	10	9	63	40
	%	13	26	42	10	9	61	39

*odmiany jadalne przeznaczone głównie do przetwórstwa na frytki lub chipsy

Według informacji PIORiN-u widoczna jest duża ekspansja odmian nieprzebadanych w polskich warunkach przyrodniczo-rolniczych. Można by postawić tezę, że jeśli funkcjonują one w nasiennictwie i podlegają urzędowej kwalifikacji, to są sprawdzone. Otóż nie jest to do końca prawda. Niestety, często parametry odmian tłumaczone bezpośrednio na język polski na podstawie informacji przygotowanych dla odbiorców danej odmiany w kraju, w którym ją wyhodowano i zarejestrowano, nie zawsze potwierdzają się w polskich warunkach środowiskowych.

Informacji o wartości gospodarczej danej odmiany po jej zarejestrowaniu dostarcza porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe (PDO) oraz szeroko pojęta uprawa w praktyce rolniczej. Są to istotne elementy procesu wdrażania postępu biologicznego do produkcji roślinnej. Natomiast o dostępności odmian decyduje wielkość urzędowo kwalifikowanej powierzchni nasiennej oraz działania marketingowe podejmowane przez właścicieli odmian.

Ponadto o popularności i przydatności ziemniaka decyduje jego wszechstronne zastosowanie. Jest on bowiem produktem o wysokiej wartości żywieniowej, nietuczącym, zawierającym pełnowartościowe białko, znaczne ilości witaminy C i witamin z grupy B oraz niezbędne składniki mineralne, głównie potas, a także jod. Bulwy ziemniaka nie kumulują toksycznych składników ze środowiska, zwłaszcza pestycydów i metali ciężkich, a zawartość azotanów kształtuje się na niskim poziomie, dopuszczalnym dla dzieci i niemowląt.

Te wybrane cechy ziemniaka powodują, że jest on jednym z podstawowych składników diety w Polsce. Dlatego też największa część krajowego rozdysponowania ziemniaków przeznaczona jest na samozaopatrzenie i konsumpcję w gospodarstwach domowych. Polska znajduje się w czołówce rocznego spożycia *per capita* w świecie. Zmiany zachodzące w polskim rolnictwie w technologii produkcji zwierzęcej spowodowały wyparcie ziemniaka jako rośliny paszowej, głównej podstawy

żywienia trzody chlewnej. Miejsce ziemniaka zastąpiły wysokoenergetyczne pasze treściwe, co ma istotny wpływ na spadek powierzchni uprawy.

Ze względu na swoją ogromną wartość technologiczną ziemniak znajduje duże zastosowanie w przetwórstwie spożywczym. Liczba produktów uzyskanych z ziemniaka jest bardzo duża (ok. 100). Ogólnie można je podzielić na pięć podstawowych grup: produkty suszone, mrożone, mokre (konserwy) oraz potrawowe.

Ziemniak, z którego produkuje się bardzo dużo różnorodnych wyrobów spożywczych jest również wyjątkowo ważnym surowcem dla przemysłu skrobiowego i gorzelnictwa. W przemyśle skrobiowym zastosowanie skrobi ziemniaczanej można podzielić na dwie grupy: techniczne i spożywcze.

Znajomość cech jakościowych i ilościowych odmian ziemniaka dostosowanych do potrzeb rynkowych jest dla rolnika bardzo istotna. Dlatego też w integrowanej ochronie i produkcji ziemniaka ważne są następujące cechy:

- dostosowanie cech użytkowych do wymagań odbiorcy lub rynku zbytu. W przypadku odmian jadalnych sprzedawanych na wolnym rynku największe znaczenie ma wartość kulinarna (typ konsumpcyjny, barwa mięszu) oraz wygląd handlowy bulw. Natomiast wymagania przemysłu skrobiowego odnoszą się do zawartości skrobi w bulwach oraz wielkości ziarna i skrobi;
- dobór odmiany do określonego kierunku produkcji. Wymaga to znajomości potencjału plonotwórczego odmiany. Te, które lepiej plonują, umożliwiają osiągnięcie wyższego poziomu opłacalności produkcji;
- odporność na choroby wirusowe i zarazę ziemniaka (tab. 10). Wyższa odporność na wirusy umożliwia zmniejszenie kosztów wymiany materiału sadzenia-kowego. Wybór odmian o wyższej odporności na zarazę ziemniaka pozwala na ograniczenie liczby zabiegów, a jednocześnie kosztów ochrony chemicznej;
- długość okresu wegetacji (od sadzenia do pełni dojrzałości). Wyróżniamy odmiany:
 - bardzo wczesne: 100–110 dni wegetacji,
 - wczesne: 111–120 dni wegetacji,
 - średnio wczesne: 121–135 dni wegetacji,
 - średnio późne: 136–145 dni wegetacji,
 - późne: powyżej 145 dni wegetacji;
- przydatność do przetwórstwa spożywczego.
- trwałość przechowalnicza. Odmiany o wyższej jakości przechowalniczej odznaczają się niższymi stratami ilościowymi (masa bulw) i jakościowymi w procesie przechowywania;
- odporność na mątwika ziemniaczanego i raka ziemniaka;
- wymagania glebowe i wodne odmiany, co pozwala na jej właściwy dobór do warunków przyrodniczych miejsca produkcji.

Integrowaną ochronę i produkcję ziemniaka mogą wspomagać również listy zalecanych odmian (LZO) dla obszaru województwa. LZO tworzy się na podstawie co najmniej 4-letnich wyników z doświadczeń odmianowych, na które składają się przynajmniej 2-letnie badania WGO w procesie rejestracyjnym lub 2-letnie badania WGO w tym samym rejonie agroklimatycznym w przypadku odmian ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) oraz 2-letnie doświadczenia porejestrowe (PDO). Wyniki te muszą się opierać na co najmniej trzech udanych doświadczeniach w każdym roku w województwie lub pięciu w regionie (w przypadku wspólnego tworzenia list przez sąsiednie województwa).

Co decyduje o popularności odmiany?

Przy wyborze/zakupie ziemniaków konsumpcyjnych do celów gospodarstwa domowego, najczęściej zwraca się uwagę na (tab. 9):

- smak – definiowany jako zespół wrażeń smakowo-zapachowych odczuwalny podczas konsumpcji ziemniaków. Jest to cecha bardzo subiektywna i silnie modyfikowana przez środowisko. W ocenie smaku istotne znaczenie ma skład chemiczny bulw, w tym zawartość glikoalkaloidów (solaniny);
- wygląd skórki – jej barwa, grubość, szorstkość, popękania, uszkodzenia mechaniczne, mają tylko wizualne znaczenie, jednak kupujący chętniej wybierają odmiany o skórcie gładkiej, niepopękanej i o apetycznym wyglądzie;
- barwa miąższu – do wyboru mamy miąższ: żółty i jasnożółty, charakteryzujący większość odmian, oraz biały, kremowy i ciemnożółty. Preferencje wyboru odmian pod względem barwy miąższu zależą od gustów i tradycji regionalnych;
- głębokość oczek – u ziemniaka jadalnego pożądane są oczka płytkie ze względu na mniejsze straty i łatwość obierania. Obecnie zdecydowana większość odmian, które zostały wprowadzone do obrotu w ostatnim dziesięcioleciu cechuje się płytkimi lub bardzo płytkimi oczkami;
- kształt i jego regularność – możemy spotkać się z bulwami okrągłymi, owalnymi, okrągłowoowalnymi, podłużnymi oraz o nerkowatym kształcie;
- typ konsumpcyjny – wyróżniamy cztery podstawowe typy konsumpcyjne. (1) Typ A – sałatkowy. Bulwy są dość zwężłe, nie rozgotowują się, dają się krajać, struktura miąższu delikatna. (2) Typ B – ogólnoużytkowy. Miąższ bulw jest lekko mączysty, lekko wilgotny, struktura delikatna, a konsystencja zwięzła lub dość zwięzła. (3) Typ C – mączysty. Cechuje się lekko mączystym miąższem bulw, który jest sypki, dość suchy, a struktura dość szorstka. (4) Typ D – bardzo mączysty. Charakteryzuje się bardzo suchym miąższem bulw o bardzo szorstkiej strukturze, często włóknistej. Bulwy całkowicie się rozgotowują. Ponieważ w praktyce często spotykamy się z ziemniakami o typie pośrednim

- i są trudności z jednoznacznym jego określeniem, stosuje się oznaczenia podwójne: AB, BC lub CD;
- ciemnienie bulw surowych i gotowanych – jest podstawową cechą jakości ziemniaków konsumpcyjnych. Szybkie ciemnienie bulw obniża ich wartość konsumpcyjną. Cecha ta zależy od składu chemicznego bulwy oraz od poziomu nawożenia azotem i potasem.

Tabela 9. Cechy morfologiczne i ocena właściwości konsumpcyjnych odmian ziemniaka

Odmiany	Barwa kwiatów	Kształt bulw	Ocena		Wielkość bulw	Barwa skórki	Barwa miąższu	Smak		Typ konsumpcyjny	Przydatność do przetwórstwa	
			kształtu	głębokości oczek				skala 9°	frytki		11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Jadalne bardzo wczesne												
Berber	czf	oow	7,5	7,5	7	ż	jż	7,5	B			
Denar	b	oow	7	7	9	ż	jż	7	AB			
Fresco	b	oow	7	7	7	ż	jż	7	B	+		
Impala	b	ow	8	7,5	9	ż	jż	7	AB			
Impresja	b	oow	7,5	7,5	7	ż	jż	7	A-AB			
Ingrid	b	oow	7,5	7,5	7	ż	jż	7	B			
Irys	b	pow	7	6,5	6	ż	b	7	B			
Justa	b	oow	7	7	8	ż	ż	7	B-BC			+
Lord	b	oow	6,5	7	8	ż	jż	7	AB			
Milek	b	oow	7	6,5	8	ż	jż	6,5	BC			
Riviera	jczf	o	7,5	7,5	7	ż	jż	6,5	A-AB			
Tacja	b	oow	7,7	7,7	7	ż	jż	6,6	B			
Tonacja	b	oow	7,5	7,7	8	ż	jż	6,7	AB			

Tabela 9. Cechy morfologiczne i ocena właściwości konsumpcyjnych odmian ziemniaka – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jadalne wczesne											
Altesse	b	ow	7,5	7,5	8	jbz	z	7	AB		
Amora	b	oow	7	7	8	z	jż	7	B-BC	+	
Annabelle	b	p	7	7,5	3	z	z	7,5	AB		
Aruba	b	ow	7,5	7,5	6	z	kr	6,5	B		
Augusta	czf	oow	7,5	7,5	8	z	z	7	BC		+
Bellarosa	czf	oow	7,5	7	9	cz	z	7	B		
Bila	czf+	oow	7	7	9	z	z	7	B		
Bohun	b	oow	7	6,5	7-9	z	jż	7,1	B		
Carrera	czf	oow	7,5	7,5	9	z	jż	7	B		
Etola	czf+	o	7	6,5	9	z	z	7	B-BC		+
Gracja	b	ow	7,5	7,5	7	z	jż	6,5	BC		+
Gwiazda	b	oow	7	7	9	z	jż-ż	7	B		
Ignacy	jczf	oow	6,5	6,5	8	z	jż	6,5	B		
Innovator	b	pow	7,5	7,5	9	z	kr	7	B	+	
Lady Claire	b	ow	7,5	7,5	8	z	jż	7	BC		+
Lady Rosetta	czf	o	7,2	6,5	7	cz	jż	6,8	BC-C		+
Latona	b	ow	7,5	7,5	8	z	z	6,5	B		
Lawenda	jczf	oow	7,2	7,4	7	cz	z	6,6	B		
Madeleine	b	oow	7,5	7,7	9	z	z	6,7	B		
Michalina	b	oow	7	6,5	9	z	jż	6,5	B		
Oman	b	ow	7	7,5	7	z	jż	7,5	B		

Tabela 9. Cd.

Jadalne średnio wczesne											
Owacja	b	oow	7	7	9	z	jż	7	B-BC		
Stokrotka	b	oow	7,2	7,3	8	z	jż	7,2	B-BC		
Vineta	b	oow	7	7	8	z	z	7	AB		
Aldona	jczf	o-oow	6,8	7,0	9	z	jż	6,4	BC		
Almera	czf	pow	7,5	7,5	8	z	jż	7	AB		
Ametyst	b	oow	6,5	7	8	jbż	kr	6	BC		
Asterix	czf+	ow	7,5	7,5	7	cz	jż	7	B	+	
Bogatka	bjczf	ow	6,5	8,0	8	z	jż	6,8	B		
Bojar	cn	oow	7,1	7	9	z	jż	6,8	B-BC		
Cekin	b	oow	7	7	8	z	jż	7	BC-C		
Dali	b	ow	7,5	8	7	z	jż	7	AB-B		
Ditta	b	ow	8	8	7	z	z	7	B		
Etiuda	czf	o	7	6	9	jbż	kr	6,5	C-CD	+	
Finezja	czf	oow	7	7	8	z	jż	6,5	BC	+	
Folva	czf+	oow	7,5	7,5	9	z	z	7	B		
Gawin	czf	oow	7	6,5	7	z	jż	6,5	B-BC	+	
Honorata	b	oow	6,9	6,5	7	jbż	jż	6,7	BC	+	
Jurata	b	oow/ow	7	7,5	7	z	kr	6,5	B-BC	+	
Jurek	b	oow	6,5	6,8	9	z	z	7,2	B-BC		
Laskara	b	oow	7,0	7,0	9	z	jż	6,7	B-BC		
Malaga	cnf	ow	7,0	7,5	8	z	jż	6,4	B-BC		

Tabela 9. Cechy morfologiczne i ocena właściwości konsumpcyjnych odmian ziemniaka – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jadalne średnio wczesne											
Mazur	b	ow	6,9	6,6	9	ż	jż	6,6	AB		
Oberon	b	ow	6,6	6,8	8	cz	jż	7,0	AB		
Otolia	jczf	ow	7,6	7,8	8-9	ż	ż	7,0	BC		
Orchestra	b	oow	7	7,5	9	ż	jż	6,5	AB		
Sagitta	czf+	ow	7	7,5	9	ż	jż	7	B		
Sante	b	oow	7	7,5	8	ż	jż	7	B		
Satina	b	oow	7,5	7,5	9	ż	ż	7,5	B		
Stasia	b	oow	7	7	9	ż	ż	6,5	B		
Tajfun	b	ow	7	7	9	ż	ż	7	B-BC		
Victoria	b	ow	7,5	8	8	ż	ż	7	B	+	
VR 808	nf	o	7,4	7,2	7	ż	ż	6,2	BC		+
Jadalne średnio późne											
Bryza	czf	o	6,5	6	8	ż	ż	7,5	BC		
Cecile	czf	pow	6,5	7	3	ż	kr	7	AB		
Fianna	b	ow	8	7,5	8	ż	kr	6,5	BC	+	
Jelly	b	ow	8	7,5	9	ż	ż	7,5	B		
Mondeo	b	oow	7	7	9	ż	kr	6,7	B-BC		
Syrena	b	ow	7	7	9	ż	ż	7	B		
Skrbiowe wczesne											
Cedron	b	ow	7	6,5	6	ż	ż	6	BC		+

Tabela 9. Cd.

Skrobiowe średnio wczesne										
	nf	o	6,5	6,2	8	cz	b	5,8	C-CD	+
Boryna	nf	o	6,5	6,2	8	cz	b	5,8	C-CD	+
Głada	czf+	oow	6,5	6	7	z	jż	6	C	
Harpun	b	oow	6	6	7	z	kr	6	C	
Jubilat	b	oow	7	7	7	jż	kr	5,5	C-CD	
Kaszub	cnf	o	7,3	6,9	7	o	z	6,1	C-BC	
Kuba	b	oow	7	6,5	7	z	z	6,5	C	+
Mieszko	cn	oow	•	•	7	z	jż	nb	nb	
Pasat	b	oow	6,5	6,5	8	z	kr	6,5	C	
Rumpel	b	oow	6,5	6	8	jcz	b	•	•	+
Szyper	czf	oow	6,6	6,8	7-8	jż	jż	6,5	C-BC	
Widawa	b	o	•	•	8	z	kr	nb	nb	
Zuzanna	b	o	7	6,5	7	z	jż	•	CD	
Skrobiowe średnio późne										
Amarant	czf	oow	•	•	8	nieb	b	nb	nb	
Ikar	czf+	oow	5,5	5,5	7	z	kr	•	•	
Pasia Pomorska	b	oow	7	6,5	7	z	z	•	•	
Skrobiowe późne										
Bzura	b	oow	6,5	6	8	z	jż	6	BC	
Gandawa	b	ow	6,5	6,5	8	z	kr	•	•	
Hinga	czf+	ow	6	5,5	7	z	jż	•	•	

Tabela 9. Cechy morfologiczne i ocena właściwości konsumpcyjnych odmian ziemniaka – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Skrobiowe późne											
Jasia	b	oow	6,5	6	8	ż	jż	6,5	BC		
Kuras	b	o	6,5	6	9	ż	kr	•	C		
Pokusa	czf	oow	7	7	8	ż	jż	7	BC	+	
Rudawa	czf+	oow	6,5	6,5	7	ż	kr	•	•		+
Skawa	nf+	o	7	6,5	8	ż	jż	•	•		

Kol. 2. Barwa kwiatów: b – biała, cn – ciemnoniebieska, czf – czerwonofoletowa, bjczf – bardzo jasna czerwonofoletowa, jczf – jasnoczerwonofoletowa, nf – niebieskofioletowa, „+” – występowanie białych końców płatków;

Kol. 3. Kształt bulw: o – okrągły, ow – owalny, oow – okrągłoowalny, p – podłużny;

Kol. 4. Regularność kształtu (skala 9°): 1 – wybitnie zdeformowany, 9 – idealny;

Kol. 5. Głębokość oczek (skala 9°): 1 – bardzo głębokie, 9 – bardzo płytkie;

Kol. 6. Wielkość bulw (skala 9°): 3 – 20% frakcji bulw powyżej 50 mm, 4 – 21 – 30% frakcji bulw powyżej 50 mm, 5 – 31 – 40% frakcji bulw powyżej 50 mm, 6 – 41 – 50% frakcji bulw powyżej 50 mm, 7 – 51 – 60% frakcji bulw powyżej 50 mm, 8 – 61 – 70% frakcji bulw powyżej 50 mm, 9 – powyżej 70% frakcji bulw powyżej 50 mm, nb – nie badano;

Kol. 7. Barwa skórki: ż – żółta, róż – różowa, jcz – jasnoczerwona, jbz – jasnobieżowa, cz – czerwona, nieb – niebieska;

Kol. 8. Barwa miąższu: b – biała, kr – kremowa, ż – żółta, jż – jasnożółta;

Kol. 9. Smak (skala 9°): 1 – bardzo zły, 9 – wybitnie dobry, • – brak oceny smaku i typu konsumpcyjnego, nb – nie badano;

Kol. 10. Typ konsumpcyjny: A – sałatkowy, B – ogólnoużytkowy, C – mączysty, D – bardzo mączysty, AB, BC, CD – pośrednie • – brak oceny smaku i typu konsumpcyjnego, nb – nie badano;

Kol. 11, 12. „+” – odmiana przydatna do przetwórstwa spożywczego na wskazany kierunek

Tabela 10. Odporność odmian ziemniaka na podstawowe choroby oraz inne właściwości

Odmiany	Wirusy			Zaraza ziemniaka (liście)	Czarna nóżka	Parch zwykły	Porażenia chorobami przecho-walniczymi	Przecho-walność	Okres spoczynku bulw	Wrażliwość na metry-buzyne
	Y	liściozwoju	M							
1	skala 9-stopniowa									9
	Jadalne bardzo wczesne									
Berber	3-4	5-6	•	3	•	•	•	•	1	św
Denar	7	7	4-5	3	5	7,7	6	7	2	św
Fresco	5	5	4	3	5	•	•	•	1	bw
Impala	4	6	2	2	6	7,9	•	•	1	•
Impresja	3-4	•	•	2	•	•	•	•	•	•
Ingrid	3-4	5-6	•	2	•	7,1	7*	9	•	św
Irys	5-6	4	3-4	3	2	•	6	6	6	pw
Justa	5-6	5-6	•	3	•	7,7	5	5	3	św
Lord	7	7	4	3	6	7,7	6	8	2	mw
Milek	7	5-6	•	2	•	8,3	7	9	1	św
Riviera	8	•	•	2	•	•	9	9	•	•
Tacja	8	•	•	3	•	•	•	•	•	•
Tonacja	8	•	•	3	•	•	•	•	•	•

Tabela 10. Odporność odmian ziemniaka na podstawowe choroby oraz inne właściwości – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jadalne wczesne								
Altesse	3-4	•	•	7,3	7	9	8	mw
Amora	4	3	5,5	•	•	•	•	•
Annabelle	3-4	•	•	•	•	•	4	pw
Aruba	8	•	•	8,1	7	8	7	św
Augusta	5	3	6	•	7	9	•	św
Bellarosa	5-6	•	•	8,1	6	9	9	mw
Bila	7	4	5,5	8,1	7	8	1	św
Bohun	3-4	•	•	•	9	9	•	pw
Carrera	3-4	•	•	•	6*	8*	9*	św
Etola	5-6	•	•	7,4	7*	9*	8*	mw
Gracja	7	3	6	•	7	9	8	św
Gwiazda	7	•	•	8,1	7*	7*	7*	św
Ignacy	7	•	•	8,0	•	•	•	św
Innovator	4	3	5,5	•	6	9	1	pw
Lady laire	4	2	5	•	7*	8*	•	św
Lady Rosetta	3-4	•	•	•	5	•	•	•

Tabela 10. Cd.

Latona	5	6	4	3	6	•	•	•	•	1	•
Lawenda	8	•	•	4	•	•	•	•	•	•	św
Madeleine	8	•	•	2,5	•	•	•	•	9*	•	mw
Magnolia	8	•	•	4,5	•	•	•	9	9	9	mw
Michalina	7	3-4	•	3	•	7,6	6*	8*	1*	•	św
Oman	5-6	5-6	•	3	•	7,9	6	9	7	•	•
Owacja	9	7	•	4	•	8,0	7	9	7	•	św
Stokrotka	7	•	•	2,5	•	•	•	•	•	•	•
Vineta	7	8	4	2	6	8,1	7	9	3	•	pw
Jadalne średnio wczesne											
Aldona	8	•	•	5	•	•	•	•	•	•	nw
Almera	3-4	3-4	•	3	•	7,8	7*	8	9	•	św
Ametyst	9	5-6	8Rm	6	•	7,8	4*	3	6*	•	mw
Asterix	5	3-4	2-3	3,5	7	8,0	8	8	4	•	św
Bogatka	8	5-6	•	3,5	•	•	7	8	3	•	św
Bojar	8	•	•	4,5	•	•	•	•	•	•	•
Cekin	5	5-6	3	4	7	7,8	7	9	9	•	pw
Dali	5-6	5-6	•	3	•	•	•	•	9	•	mw

Tabela 10. Odporność odmian ziemniaka na podstawowe choroby oraz inne właściwości – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Jadalne średnio wczesne										
Etiuda	8	5-6	•	4	•	7,7	7*	6	•	mw
Finezja	9	7	8 <i>Rm</i>	4,5	•	7,8	7	8	9*	•
Folva	4-5	5-6	3	3,5	7	•	•	•	•	mw
Gawin	7	7	•	3	•	7,8	•	8	9*	św
Honorata	5-6	5-6	•	3	•	7,4	6*	9	•	św
Irga	7	8	5	2	5,5	•	3	2	8	pw
Jurata	8	5-6	•	3	•	8,0	•	•	•	•
Jurek	8	5-6	•	4,5	•	7,8	8*	8	•	św
Laskara	5-6	5-6	•	4,5	•	•	7	9	9	mw
Lech	8	•	•	5	•	•	•	•	•	św
Malaga	8	7	•	3,5	•	•	9	9	6	św
Manitou	3-4	•	•	4	•	•	•	9*	•	mw
Mazur	7	7	•	3	•	•	•	•	•	mw
Oberon	8	5-6	•	3,5	•	8,2	8*	8	•	św
Orchestra	8	3-4	•	2	•	7,7	•	•	•	mw
Otolia	7	7	•	4,5	•	•	•	•	•	mw
Sagitta	8	3-4	•	4	•	7,9	5*	7	•	św

Tabela 10. Cd.

Sante	9	6	3	4	6	•	•	•	2	pw
Satina	5	7	4	3	6	8,2	7	8	7	nw
Stasia	8	7	•	4	•	8,3	5*	6	6*	pw
Tajfun	7	7	2-3	5	7	7,9	6	8	9	św
Victoria	4	5-6	4	3	6	7,3	6	8	9	•
VR 808	3-4	3-4	•	3	•	8,1	6*	9	•	św
Jadalne średnio późne										
Bryza	5	7	5	4	3	•	4	2	5	mw
Cecile	3-4	3-4	•	5	•	•	•	•	•	mw
Eurostar	3-4	5-6	•	4	•	•	8	9	•	pw
Fianna	5	7	5	5	5	7,5	6	8	•	św
Jelly	5	5	•	5	•	7,9	4	2	9	św
Mondeo	3-4	3-4	•	4	•	•	6	9	•	św
Syrena	8	5	3	5	5,5	7,6	5	5	8	mw
Skrobiowe wczesne										
Cedron	6-7	6-7	3	3	5	•	•	•	5	•
Skrobiowe średnio wczesne										
Boryna	7	7	•	5,5	•	8,3	9*	7	•	św

Tabela 10. Odporność odmian ziemniaka na podstawowe choroby oraz inne właściwości – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Skrobiowe średnio wczesne								
Harpun	7	5	4	5	•	4	3	•
Jubilat	7	•	5	•	8,2	9*	9*	św
Kaszub	7	•	5	•	7,9	8*	6	św
Kuba	9	5	5	6	7,9	6	7	mw
Mieszko	8	•	6	•	•	7	9	św
Pasat	9	4	5	6,5	7,7	2	1	bw
Rumpel	9	3-4	5	6	8,2	2	1	św
Szyper	8	•	5	•	•	•	•	św
Widawa	8	•	6	•	•	9	9	•
Zuzanna	9	•	3	•	8,4	6	7	nw
Skrobiowe średnio późne								
Amarant	8	•	6,5	•	•	•	•	•
Ilkar	7	3-4	5,5	5,5	7,9	2	1	mw
Pasja Pomorska	8	2	5	5	8,2	2	1	św
Skrobiowe późne								
Bzura	9	5	3-4	8	4	5	3	•

Tabela 10. Cd.

Gandawa	8	6-7	3	6	6,5	•	5	4	3	pw
Hinga	9	5-6	2	7	5	8,1	4	4	6	św
Inwestor	7	5-6	•	7	•	8,3	6	5*	6	św
Jasia	9	7	4	7	4	8,0	6	8	6	św
Kuras	9	3-4	•	8	•	7,8	6	6	9	św
Pokusa	7	5-6	•	4	•	7,5	•	•	9	pw
Rudawa	9	6-7	3-4	6	5,5	8,3	5	6	6	mw
Skawa	9	7	3	6	4	8,5	5	5	7	mw

Kol. 2. wyniki opracowane na podstawie badań zleconych wykonanych przez IHAR – PIB O/Młochów; skala 9°: 1 – odporność bardzo mała, 5 – odporność średnia, 9 – odporność bardzo duża, *Rm* – odmiana reaguje nekrotycznie na szczypienie PVM, co wskazuje na obecność genu *Rm*;

Kol. 2-9. • – brak danych;

Kol. 6-8. * – badania w toku, informacja może ulec zmianie;

Kol. 7. przechowywalność (wg Zakładu Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka IHAR – PIB) oznacza sumę strat w ciągu 6 miesięcy przechowywania (ubytki naturalne + porażenie chorobami przechowalniczymi + kielki);

Kol. 8. skala 9°: 1 – krótki okres spoczynku, 9 – długi okres spoczynku;

Kol. 9. stopień wrażliwości odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach ziemniaka (na podstawie badań Pracowni Ochrony Ziemniaka ZNIOZ IHAR – PIB O/Bonin): nw – niewrażliwa, mw – mało wrażliwa, św – średnio wrażliwa, pw – dość wrażliwa, bw – bardzo wrażliwa

4. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA

Idea produkcji integrowanej (IP) zrodziła się w krajach o wysokim stopniu chemizacji rolnictwa, z dążenia do określenia dla różnych upraw, a nawet ich odmian, optimum stosowanych środków ochrony i nawozów. Nowacki (2014) podaje, że IP jest rezultatem połączenia trzech zasadniczych elementów: (1) dobrej praktyki rolniczej, (2) integrowanej ochrony roślin oraz (3) postępu biologicznego (często utożsamianego z postępem hodowlanym). To dzięki postępowi hodowlanemu wprowadza się do produkcji nowe odmiany o lepszych właściwościach agronomicznych, ale również o coraz wyższej odporności na stresy biotyczne i abiotyczne.

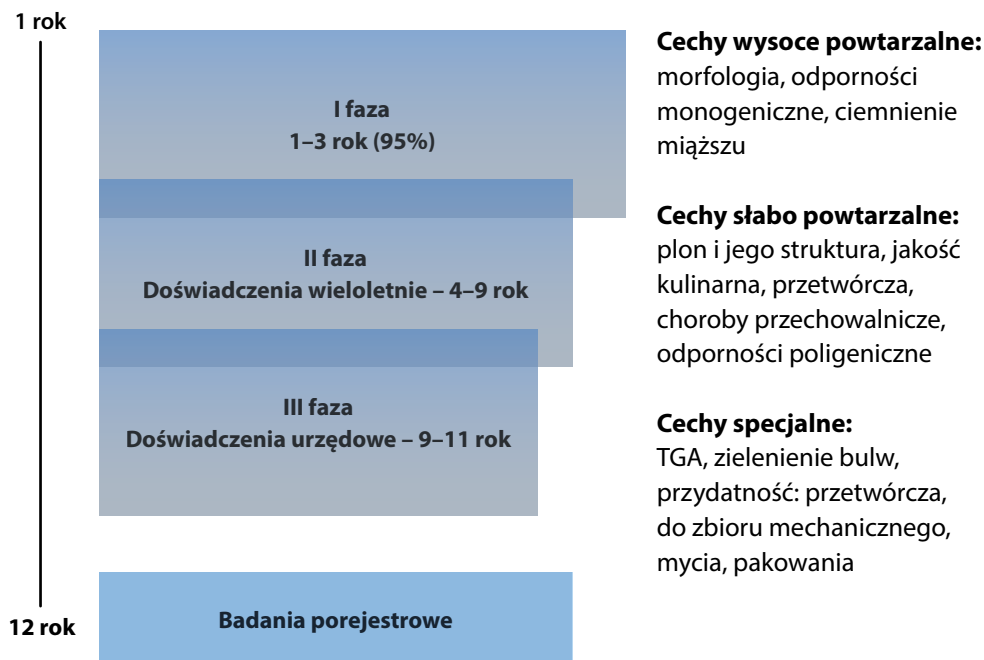
Jednocześnie tworzenie odmian zdolnych do wydawania większego i lepszego plonu w warunkach stresu staje się zasadniczym kierunkiem rozwoju hodowli roślin w sytuacji wzrostu ludności świata i kurczących się dostępnych zasobów.

Hodowla nowych odmian ziemniaka zależy od wielu czynników: genetycznych, biologicznych, a także od praktycznych wymagań stawianych odmianom dla różnych kierunków użytkowania. Ziemniak uprawny jest rośliną autotetraploidalną, charakteryzującą się dziedziczeniem tetrasomicznym, o dużym stopniu heterozygotyczności, reagującą na samozapylenie silną depresją wsobną (Bradshaw 2007). Tetrasomiczny sposób dziedziczenia, przejawiający się skomplikowanymi rozszczepieniami w potomstwie, oraz wegetatywny sposób rozmnażania powoduje, że cykl hodowlany trwa 11–12 lat, a nową odmianę mającą poszukiwane przez hodowcę cechy selekcjonuje się z 40–80 tys. siewek (Zimnoch-Guzowska 2017b).

Hodowla nowej odmiany ziemniaka jest procesem długotrwałym i pracochłonnym (rys. 3). Sprowadza się do prowadzenia serii krzyżowań pomiędzy odpowiednio dobranymi formami rodzicielskimi, z reguły o wzajemnie uzupełniających się ważniejszych cechach przyszłej odmiany. Kolejnym krokiem po wysiewie nasion jest selekcja prowadzona wśród siewek, a następnie w kolejnych wegetatywnie rozmnażanych pokoleniach.

Proces selekcji jest prowadzony w trzech etapach, które wzajemnie na siebie zachodzą. W pierwszym etapie, który trwa 3 lata, selekcja jest nakierowana na łatwo oceniane cechy, związane z morfologią bulw, ogólnym wrażeniem selekcyjnego, czy pewnymi odpornościami na patogeny. Są to cechy o wysokim współczynniku odziedziczalności lub te, które są warunkowane monogenicznie przez geny dominujące. W trakcie tego etapu następuje bardzo wysoki odsiew selekcjonowanych linii (do 95%). W drugim etapie (lata 4–8 lub 9) dla około 1000

40–80 tys. pojedynków



1 odmiana zarejestrowana

Rys. 3. Schemat selekcji odmiany

linii rozpoczyna się ocena na zreplikowanych poletkach, czasami w dwóch lokalizacjach doświadczeń. Selekcja drugiego etapu jest prowadzona na cechy o niższym współczynniku odziedziczalności, których ekspresja jest uzależniona od wpływów środowiska i dlatego wymagają one wieloletniej oceny. Ocenia się na tym etapie plon bulw i jego strukturę, wartości kulinarne, przydatność do produkcji chipsów, frytek czy przechowalność. Na tym etapie testuje się również odporność na raka ziemniaka i nicienie. Ostatni etap hodowli to lata 9–11, w których dla 5–7 rodów oceniane są właściwości specjalistyczne, jak przydatność do mechanicznego zbioru, przydatność do mycia i pakowania mechanicznego, przydatność do określonych technologii przetwórczych. W końcowym etapie ocenia się również rody pod kątem odporności na wirusy, a zwłaszcza wirusa Y ziemniaka (PVY). Część ocen jest wykonywana w ramach badań urzędowych w celu zarejestrowania nowej odmiany w katalogu krajowym (w Polsce zajmuje się tym COBORU).

W europejskiej hodowli odmian, ocenie i selekcji podlega obecnie około 70 cech ziemniaka. Jeszcze w 1980 roku, średnio w Europie, selekcjonowano nowe odmiany pod względem 21 cech (www.euroseeds.eu). Szereg ocenianych

cech (np. plon bulw, zawartość skrobi lub jej plon, odporność na choroby i szkodniki, długość okresu wegetacji) są ważne w selekcji każdej odmiany, jednak wiele pozostałych cech to właściwości specyficzne dla określonego kierunku użytkowania ziemniaka, rejonu uprawy lub też określonego rynku zbytu. Na przykład ziemniak do bezpośredniego spożycia jest oceniany także pod względem kształtu bulw, głębokości oczek, cech skórki, smaku, typu kulinarnego, skłonności do ciemnienia mięszu bulw. Większość z nich to cechy złożone, warunkowane przez czynniki genetyczne i środowiskowe. Niektóre z właściwości są łatwe do oceny fenotypowej (te o wysokiej odziedziczalności, jak np. zawartość skrobi), inne, a jest ich większość, są trudne do oceny i selekcji ze względu na koszty oceny, zmienność ocen w zależności od wpływów środowiska czy dostępności dużych prób bulw do badań. Koszt selekcji jednej odmiany w Polsce to około 1 mln złotych, zaś w krajach Europy Zachodniej to 1 mln euro (Zimnoch-Guzowska 2017a).

Ziemniak jest rośliną łatwo przystosowującą się do różnych środowisk, co zarazem wskazuje na duży udział środowiska w kształtowaniu większości cech. W przypadku cech ilościowych zaznacza się także wpływ interakcji genotypowo-środowiskowej prowadzącej do różnych zmian w ekspresji cechy w odpowiedzi na zmiany środowiska. Efekty środowiskowe i interakcyjne mają istotny wpływ na fenotyp, a proces selekcji wciąż bazuje na jego ocenie. Wpływ tych efektów jest szczególnie trudny do wyeliminowania w pierwszych etapach hodowli (dla pierwszych pokoleń wegetatywnych), kiedy oceny poszczególnych genotypów prowadzone są na małej liczbie roślin.

Wprowadzanie odporności na choroby i szkodniki jest ważnym elementem programów hodowlanych wielu roślin, ale w przypadku ziemniaka nabiera szczególnego znaczenia. Bulwy magazynują nie tylko substancje zapasowe, ale także patogeny, stając się w takim przypadku źródłem porażenia po wysadzeniu w polu. W integrowanej ochronie i produkcji ziemniaka (IPM) optymalizacja stosowanej agrotechniki i ochrony jest ściśle powiązana z właściwościami uprawianej odmiany. Stąd, dążąc do ograniczenia zanieczyszczania środowiska przez pestycydy, a także nadmiernie stosowane nawozy mineralne, określenie optymalnego poziomu właściwości odmian w danym środowisku dla każdej uprawianej odmiany jest ważne.

Oczywistym jest więc prowadzenie hodowli nowych odmian w kierunku uzyskiwania form odpornych na ważne ekonomicznie patogeny i szkodniki. W rozumieniu IPM wyselekcjonowana odmiana, obok podniesionego poziomu odporności na czynniki biotyczne, powinna mieć określoną wartość żywieniową i wykazywać się dobrą plennością w warunkach środowiskowych, w których będzie uprawiana. Taki ideotyp odmiany wymaga rozłożenia akcentów w procesie hodowli na różne elementy (czynniki) selekcji. Do najważniejszych trzeba zaliczyć podniesienie poziomu odporności na zarazę ziemniaka, czarną nogę i mokrą zgniliznę bulw oraz na PVY. Są to choroby, które mają największe

oddziaływanie ekonomiczne na produkcję ziemniaka w Polsce, gdyż powodują wymierne straty plonu i jego jakości, a uprawa ziemniaka wymaga intensywnej ochrony chemicznej. Szacuje się, że roczne koszty ochrony chemicznej i strat powodowanych przez zarazę ziemniaka (*Phytophthora infestans*) w krajach UE przewyższają 1 mld euro (Haverkort i wsp. 2009). W Polsce, straty plonu Kapsa (2004) szacowała w granicach 22–56%. W trakcie wegetacji ziemniaka wykonuje się od 4 do 20 zaiegów opryskiwania, w zależności od warunków pogodowych, skali produkcji oraz odmiany (Kapsa 2011). W obecnych zaleceniach ochrony odmian przed zarazą ziemniaka w systemie produkcji integrowanej liczba zabiegów waha się od 0 do 6 (Nowacki 2016). Sprawcami mokrej zgnilizny bulw oraz czarnej nóżki są bakterie pektynolityczne rodzajów *Pectobacterium* i *Dickeya*. Straty powodowane przez czarną nóżkę mogą powodować 2–5% newschodów na polu, a w skrajnych przypadkach nawet do 20%. Średnie straty plonu bulw w przechowalniach w Polsce spowodowane przez mokrą zgniliznę bulw szacowano na 6,7% w latach 1976–1979 (Pietkiewicz 1981). Są takie lata w Polsce, gdy nadmierne porażenie nowymi szczepami PVY powoduje znaczne dyskwalifikacje materiałów nasiennych, dochodzące do 25%. Straty w produkcji ziemniaka wynikające z obniżenia plonu lub jego złej jakości (nekrotyzacji bulw) mogą się wahać w zakresie od 10 do 90% (Valkonen 2007).

Dążąc do ograniczenia kosztów ochrony i wysokiego stopnia zanieczyszczenia środowiska środkami ochrony roślin, powinna pojawić się na rynku pula odmian odpornych na wymienione patogeny, przydatnych do produkcji zintegrowanej.

W sukcesie potrzebie dostosowania odmiany do określonej lokalizacji mogą przychodzić prowadzone w 40 lokalizacjach w kraju doświadczenia porejestrowe (PDO), w których corocznie badane jest około 40 odmian w około 170 doświadczeniach. Listy odmian zalecanych do uprawy na obszarze danego województwa tworzone są na podstawie wyników doświadczeń PDO (www.coboru.pl/DR/PublWynikowPDO). W ten system badań wprowadzane są nowe odmiany, zazwyczaj w trzecim roku po zarejestrowaniu. W przypadku odmian, które miałyby wykazywać przystosowanie do integrowanej produkcji, wskazane byłoby wprowadzenie do ich oceny wariantów agrotechnicznych, uwzględniających zróżnicowany poziom nawożenia oraz nawadniania.

Jak można usprawnić hodowlę odmian dla zintegrowanej produkcji i ochrony (IPM)?

We wstępie przedstawiliśmy ogólne zasady cyklu hodowlanego w celu wyselekcjonowania nowej odmiany, który trwa 11–12 lat. Jest to schemat konwencjonalny, który w przypadku selekcji bardziej ukierunkowanej wymaga modyfikacji.

Istnieją dwie grupy czynników, które wymagają modyfikacji w przypadku selekcji odmian przydatnych do integrowanej ochrony i produkcji ziemniaka.

Pierwsza grupa czynników to wysoka odporność na mątwiki, raka ziemniaka, zarazę ziemniaka, PVY oraz średnio wysoka odporność na czarną nóżkę oraz mokrą zgniliznę. Do drugiej grupy czynników należy stabilność plonowania odmiany i jej ogólne dostosowanie do lokalnych warunków regionu, w którym jest uprawiana. Aby wyselekcjonować odmiany o kompleksowo podniesionym poziomie odporności, należy dobrać odpowiednie formy rodzicielskie, które są co najmniej komplementarne w odniesieniu do wymienionych odporności. Stwarza to możliwość wyselekcjonowania złożonych form odpornych w potomstwie. Zwiększenie puli potomstwa z poszukiwanymi cechami wystąpi, gdy obie formy rodzicielskie będą źródłem danych odporności. Szansę na wyższy procent odpornych form potomnych można zwiększyć, gdy rodzice będą multipleksami pod względem poszukiwanych alleli odporności (w przypadku odporności warunkowanych monogenicznie, takich jak odporność na PVY, mątwiki czy raka ziemniaka) (Flis 1995). W doborze form rodzicielskich można wykorzystać pulę Materiałów Wyjściowych (MW), tworzonych od szeregu dziesięcioleci w IHAR - PIB, Oddział w Młochowie, będących źródłem wielu cech odporności i jakości, przekazywanych potomstwu (Świeżyński i Zimnoch-Guzowska 1996). Materiały te wyróżniają się wysokim poziomem odporności na ważne wirusy, raka i zarazę ziemniaka oraz mątwika ziemniaczanego. Jest to pula sprawdzona przez hodowców, jako że od lat 60. w KR zarejestrowano ponad 70 odmian wyhodowanych w oparciu o MW. Odporność na zarazę ziemniaka oraz na PVY grupy odmian otrzymanych z wykorzystaniem MW jest istotnie wyższa niż odmian nie pochodzących od MW, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, zarejestrowanych w Polsce po roku 2002 (Zimnoch-Guzowska i wsp. 2013).

Wprowadzenie dodatkowych kryteriów selekcyjnych podnosi koszt procesu hodowlanego. Selekcja fenotypowa form odpornych na zarazę ziemniaka opiera się na testowaniu odporności liści i bulw w warunkach laboratoryjnych w siódmym roku cyklu (Zarzycka 2001a, 2001b), a następnie na co najmniej dwuletniej polowej ocenie porażenia *P. infestans* badanych materiałów w warunkach silnej epifitozy patogena. Selekcja fenotypowa materiałów hodowlanych odpornych na PVY, przy wykorzystaniu form rodzicielskich o skrajnej odporności na PVY warunkowanej genem *Ry_{sto}*, obejmuje: (1) test siewkowy (Sieczka 2001), po którym następuje istotne ograniczenie frekwencji form podatnych, (2) mechaniczną inokulację PVY w warunkach szklarniowych w trzecim roku cyklu z użyciem immunoserologicznego testu ELISA w celu oceny porażenia pierwotnego i wtórnego (Chrzanowska 2001) oraz (3) dwuletnie badanie w warunkach polowych po wysadzeniu w źródłach infekcji dla potwierdzenia odporności w wyselekcjonowanych formach (Michalak 2012) (w ramach doświadczeń urzędowych COBORU) (tab. 11).

Fenotypowa ocena odporności na mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis* patotyp Ro1) i mątwiki agresywne (*G. pallida*) jest prowadzona dwa lata (w piątym i siódmym roku cyklu), a na raka ziemniaka trzy lata (w piątym,

Tabela 11. Schemat cyklu konwencjonalnej (fenotypowej) selekcji odmian ziemniaka, selekcji ukierunkowanej na odmiany dla IPM oraz selekcji fenotypowej połączonej z użyciem wybranych markerów molekularnych (MAS)

Rok cyklu i nazwa generacji	Selekcja fenotypowa konwencjonalna		Selekcja fenotypowa dla IPM, oceny dodatkowe	Selekcja MAS + fenotypowa dla IPM
	liczba genotypów	cechy		
1	2	3	4	5
0	Program krzyżowań 200			
1	Siewki w doniczkach 80 000	wygląd bulw	test siewkowy odporności na PVY	
2	Ramsz 1-krzakowy 60 000–70 000			
3	Linie ramszowe sadzenie 5000 7 roślin/poletko zbiór ok. 1200	ocena wizualna plonu, wstępne testy jakości	mechaniczna inokulacja PVY, ocena porażenia testem ELISA	po zbiorze, dla 1200 form selekcja markerami PCR form odpornych na: 1) PVY, 2) zarazę ziemniaka, 3) mątwiki raka ziemniaka
4	Nowerody 1000–1200 30 roślin/poletko	ocena wizualna, cechy jakości		100–400 form cechy jakości
5	Młoderody 1 400–500 3 × 20 roślin/poletko	testy odporności na mątwiki i raka ziemniaka, ocena cech jakościowych		50–200 form cechy jakości
6	Młoderody 2 150–200 3 × 20 roślin/poletko	ocena plonowania i jakości		30–40 form doświadczenia wstępne, cztery miejscowości, testy lab. odp. na: 1) czarną nóżkę, 2) mokrą zgniliznę bulw

Tabela 11. Schemat cyklu konwencjonalnej (fenotypowej) selekcji odmian ziemniaka, selekcji ukierunkowanej na odmiany dla IPM oraz selekcji fenotypowej połączonej z użyciem wybranych markerów molekularnych (MAS) – cd.

I	2	3	4	5
7	Młode rody 3 30-40 3 × 30-45 roślin/poletko	doświadczenia wstępne, dwie miejscowości, drugi test odporności na mątwiki i raka ziemniaka, rozmnożenia <i>in vitro</i>	doświadczenia wstępne, cztery miejscowości, testy lab. odp. na: 1) zarazę ziemniaka (test listkowy i bulwowy), 2) czarną nóżkę, 3) mokrą zgniliznę bulw	20 form, doświadczenia wstępne, cztery miejscowości, testy lab. odp. na: 1) czarną nóżkę, 2) mokrą zgniliznę bulw
8	Stare rody 20 3 × 30-45 roślin/poletko	doświadczenia wstępne, dwie miejscowości, trzecia ocena odporności na raka ziemniaka	doświadczenia wstępne, cztery miejscowości, testy lab. odp. na: 1) czarną nóżkę, 2) mokrą zgniliznę bulw	6-7 form, doświadczenia urzędowe, 15 miejscowości, ocena połowa odporności na: 1) PVY, 2) zarazę ziemniaka
9	Zaawansowane rody 6-7 3 × 60 roślin/poletko	doświadczenia urzędowe, 15 miejscowości, ocena połowa odporności na PVY i zarazę ziemniaka		4-5 form, doświadczenia urzędowe, 15 miejscowości, druga ocena połowa odporności na: 1) PVY, 2) zarazę ziemniaka i mątwiki
10	Odmiana potencjalna 4-5 3 × 60 roślin/poletko	doświadczenia urzędowe, 15 miejscowości, druga ocena połowa odporności na PVY, zarazę ziemniaka, trzecia ocena odporności na mątwiki		1-2 formy wprowadzenie odmiany do rejstru krajowego
11	Odmiana potencjalna 1-2	wprowadzenia odmiany do rejestru krajowego		doświadczenia porejestrowe w 40 miejscowościach
12	Odmiana zarejestrowana 1-2	doświadczenia porejestrowe w 40 miejscowościach	ocena odporności na PVY przez szczepienie + test ELISA	

Badania wyróżnione kursywą są omijane w przypadku zastosowania w selekcji wybranych markerów molekularnych (MAS); badania wyróżnione pogrubionymi literami są badaniami urzędowymi wykonywanymi przez COBORU; Testy lab. odp. – testy laboratoryjne odporności

siódmym i ósmym roku cyklu) przez certyfikowane laboratorium, gdyż nicienie i *Synchytrium endobioticum* – sprawca raka ziemniaka, są organizmami kwarantannowymi.

Ocenę laboratoryjną odporności na choroby bakteryjne: czarną nóżkę oraz mokrą zgniliznę bulw, powinno się prowadzić przez dwa sezony – w siódmym i ósmym roku cyklu – dla grupy linii hodowlanych, które przeszły pozytywnie pierwsze testy odporności na raka ziemniaka i mątwiki oraz wykazały się dobrymi cechami jakości. Są to działania pracochłonne, ale dają szansę na poprawę poziomu odporności nowych odmian na omówione patogeny, które mają największe oddziaływanie ekonomiczne na produkcję ziemniaka. Można szacować, że koszty selekcji odmian przydatnych dla IPM wzrosną o około 20% na skutek rozszerzenia zakresu oceniania odporności nowych odmian oraz zwiększenia liczby lokalizacji doświadczeń do czterech, w celu lepszego oszacowania efektów interakcyjnych „genotyp $\times$ środowisko”.

Wykorzystanie markerów molekularnych w selekcji form odpornych

Usprawnieniem selekcji prowadzonej metodami klasycznymi w oparciu o fenotyp jest dobór form rodzicielskich i prowadzenie selekcji na podstawie genotypu. Genotypowanie rodziców, a następnie ich potomstwa, już na pierwszych etapach cyklu hodowlanego pozwala na istotne ograniczenie liczby osobników podlegających ocenom w polu i testach laboratoryjnych, a zarazem zwiększa efektywność identyfikowania form potomnych o najkorzystniejszych kombinacjach alleli. Pozwala również na skrócenie cyklu hodowlanego o 1-2 lata. Obecnie zlokalizowano na chromosomach ziemniaka wiele ważnych dla hodowli ziemniaka genów o znanych, sprzężonych z nimi markerach DNA (Simko i wsp. 2008). Pozwala to na połączenie selekcji fenotypowej z selekcją markerami molekularnymi. Dla wielu cech odporności, które są uwarunkowane monogenicznie, opracowano proste markery PCR (ang. Polymerase Chain Reaction), łatwe do zastosowania w praktyce. Markery te są specyficzne dla określonych genów odporności, dlatego hodowca musi znać genotypy obojga rodziców pod tym względem.

Niestety, nie można wesprzeć markerami selekcji form odpornych na czarną nóżkę i mokrą zgniliznę, gdyż obie te cechy są wielogenowe i warunkowane licznymi QTL (ang. Quantitative Trait Loci) (Zimnoch-Guzowska i wsp. 2000). Dysponujemy obecnie markerami do identyfikacji szeregu genów związanych z cechami odmianowymi, ważnymi dla IPM, warunkujących: skrajną odporność na PVY warunkowaną genem *Ry_{sto}* (Flis i wsp. 2005), odporność na raka ziemniaka warunkowaną genem *Sen1* (Hehl i wsp. 1999), odporność na mątwika ziemniaczanego warunkowaną genem *H1* (Milczarek i wsp. 2011) czy odporność na zarazę ziemniaka warunkowaną genami *Rpi-phu1* (Śliwka i wsp. 2013), *Rpi-Smira1* (Tomczyńska i wsp. 2014) i *R2-like* (Plich i wsp. 2015), które są obecne

w puli krajowych rodów hodowlanych czy w niektórych odmianach, a więc dotyczą materiałów, do których hodowca ma obecnie dostęp. Ponadto prowadzenie selekcji wybranych cech odporności za pomocą markerów molekularnych może zredukować koszty selekcji form odpornych do 50% (Zimnoch-Guzowska i wsp. 2013).

Czy odmiany dziś dostępne spełniają oczekiwania stawiane odmianom IPM?

Wszystkie odmiany mogą być uprawiane w ramach zintegrowanej produkcji i ochrony. Jednak, aby ograniczenie stosowania środków ochrony było wyraźnie odczuwalne, konieczny jest postęp w hodowli odmian odpornych na ekonomicznie ważne patogeny.

Obecnie w doborze znajdują się 84 odmiany jadalne i 26 odmian skrobiowych (Nowacki 2016; COBORU 2017). Charakterystyki odporności na patogeny i szkodniki najważniejsze z punktu widzenia IPM różnią się znacząco pomiędzy tymi grupami i przedstawiają się następująco (oceny odporności podane są w skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza najwyższą odporność). Dla odmian jadalnych zakres ocen odporności na PVY wynosi 3–9, wartość najczęstsza to 5,5, a liczba odmian z odpornością >7 wynosi 26. Nowo powstające warianty PVY powodują nowe zagrożenia, tak jak w przypadku szybko szerzących się szczepów, które wywołują pierścieniowe nekrozy w bulwach (Beczner i wsp. 1984), przyczyniając się do istotnego obniżenia jakości plonu na plantacjach towarowych. Dla 16 odmian stwierdza się występowanie nekroz na bulwach po zakażeniu szczepem PVY^{NTN}, które nie zawsze jest uzależnione od poziomu odporności w polu (jest pięć odmian reagujących nekrozami z wysoką oceną odporności równą 7). W przypadku odmian skrobiowych odporność na PVY jest wyższa, na co wskazuje zakres ocen wynoszący 6–9, wartość najczęstsza równa jest 8, a liczba odmian z odpornością >7 wynosi 17.

Odporność na zarazę ziemniaka odmian jadalnych jest bardzo niska, gdyż ocena najczęściej spotykana wynosi 3, a zakres ocen to 2–6 (przy czym ocenę >5 uzyskała tylko jedna odmiana). Zazwyczaj odmiany o długim okresie wegetacji, np. odmiany skrobiowe, charakteryzują się podwyższoną odpornością na zarazę ziemniaka. Ocena odporności tych odmian mieści się w przedziale 3–8, przy czym wartość najczęstsza to 5,3, a liczba odmian z odpornością >5 wynosi 13.

Odporność na mątwika ziemniaczanego jest w odmianach bardzo dobrze reprezentowana, gdyż wrażliwe są tylko dwie odmiany jadalne i pięć skrobiowych, a odporność na raka ziemniaka występuje prawie we wszystkich odmianach.

Najistotniejszym elementem odmian dla IPM jest odporność na zarazę ziemniaka, gdyż podlega chemicznemu zwalczaniu na polach produkcyjnych. Przyjmuje się, że odmiany przydatne do upraw ekologicznych, gdzie ochrona chemiczna

ograniczona jest tylko do stosowania związków miedziowych, powinny cechować się odpornością na zarazę ziemniaka powyżej 5 (Tyburski i Kowalska 2012). Wydaje się, że co najmniej podobną wartość trzeba przyjąć dla odmian IPM, tak aby liczba koniecznych zabiegów opryskiwania przeciw zaraze ziemniaka mogła być wyraźnie ograniczona. Aby wytwarzać odmiany jadalne, które będą się wyróżniać istotnie wyższą odpornością, potrzebne jest sięganie do nowych źródeł genetycznie warunkowanej odporności, zwłaszcza takich, w których cecha ta nie jest związana z długością wegetacji.

5. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

5.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Wzrost ziemniaka w dużej mierze uzależniony jest od nasilenia występowania chwastów. Intensywne zachwaszczenie ogranicza wzrost roślin ziemniaka, wpływając na zmniejszenie wielkości bulw, zawartości suchej masy oraz pogorszenie jakości plonu.

Ziemniak należy do grupy roślin o dużej podatności na zachwaszczenie. Długi okres od posadzenia do wschodów, a następnie zwarcia rzędów (40-60 dni) sprzyja zachwaszczeniu (fot. 1, 2). Silna konkurencja chwastów powoduje straty ilościowe i jakościowe plonu handlowego, co wynika m.in. ze zdrobnienia bulw ziemniaka, zmniejszenia ich ilości pod krzakiem oraz mechanicznych uszkodzeń (Kraska i Pałys 2002; Gupta 2004; Zarzecka 2004; Gugała i Zarzecka 2008; Jabłoński 2012). Zachwaszczenie sprzyja większej podatności na choroby i szkodniki (Dobrzański 2013; Kapsa i wsp. 2014).

Redukcja zachwaszczenia w konwencjonalnych systemach opiera się w dużej mierze na stosowaniu herbicydów z uwagi na ich dostępność, łatwość aplikacji, skuteczność oraz stosunkowo niski koszt. W ostatnim czasie popyt konsumentów na wytwarzanie produktów spożywczych z minimalnym lub zerowym zastosowaniem pestycydów doprowadziło do wzrostu zainteresowania produkcją ekologiczną. Trudności związane z regulacją zachwaszczenia są głównym czynnikiem, który zniechęca do przejścia na produkcję ekologiczną (Bond i Grundy 2001). Ograniczenie zachwaszczenia wymaga całościowego podejścia i musi obejmować kombinację kilku metod, by w sposób skuteczny i ekonomiczny zredukować negatywny wpływ chwastów (Hartzler i Buhler 2007; Upadhyaya i Blackshaw 2007). Ujemny wpływ chwastów dotyczy następujących aspektów: konkurencji o światło, składniki pokarmowe i wodę, strat przy zbiorze plonów, utraty ilości i jakości plonów, a także zwiększenia kosztów poniesionych na uprawę. Alternatywne metody walki z chwastami uważane są za mniej skuteczne niż stosowanie herbicydów (Bastiaans i wsp. 2008), dlatego też należy stosować metody wielorakie oraz różnorodne rotacje upraw, które umożliwią skuteczną walkę z chwastami i przeciwdziałają kompensacji trudno zwalczanych gatunków chwastów (fot. 3).

Najczęściej o doborze metody zwalczania chwastów decydują aspekty ekonomiczne, jak również możliwości wykorzystania maszyn do pielęgnacji gleby (Urbanowicz i Pawińska 2000).

Do najczęściej występujących na plantacjach ziemniaka chwastów dwuliściennych należą między innymi: dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca



Fot. 1. Silne zachwaszczenie plantacji ziemniaka przyczynia się do strat w plonie bulw
(fot. R. Krawczyk)



Fot. 2. Plantacja ziemniaka zachwaszczona przez perz właściwy, chwastnicę jednostronną, komosę białą i marunę bezwonną (fot. R. Krawczyk)



Fot. 3. Plantacja ziemniaka wolna od chwastów (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 4. Plantacja ziemniaka zachwaszczona głównie przez chwastnicę jednostronną i komosę białą (fot. S. Kaczmarek)

polna, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, rdesty, sporek polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żóltlica drobnokwiatowa (fot. 4). Natomiast gatunki jednoliścienne są najliczniej reprezentowane przez: chwastnicę pospolitą, palusznik krwawy, perz właściwy, włośnice, wiechlinę roczną i wyczyniec polny.

W zależności od stanu oraz stopnia zachwaszczenia plantacji ziemniaka straty w plonie bulw mogą wynosić nawet 70%. Wybór metody zwalczania chwastów na plantacji ziemniaka uzależniony jest głównie od warunków agrometeorologicznych i kierunku uprawy.

Charakterystyka dominujących gatunków chwastów w uprawie ziemniaka

(Skrzypczak i wsp. 2000; Halarewicz 2014; Mederska i Mederski 2015; Sudnik-Wójcikowska 2011)

GATUNKI DWULIŚCIENNE

Dymnica pospolita (*Fumaria officinalis* L.)

Jest rośliną roczną, tworzącą formy jare lub ozime. Ma silną, rozgałęzioną łodygę, sięgającą do około 30 cm wysokości. Kwitnie od maja do września. Owado-

pylna. Jest rośliną pospolitą, występują głównie w uprawach okopowych, rzadziej pojawia się w zbożach. Liście ogonkowe, szarozielone, podwójnie pierzastodzielne. Groniaste kwiatostany osadzone na szypułkach, o ciemno zakończonych płatkach. Korona jest czteropłatkowa, różowopurpurowa z ostrogą. Owocem są kuliste, jednonasienne niełupki.

Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray) (fot. 5)

Tworzy roczne formy jare lub ozime. Jest gatunkiem bardzo pospolitym na terenie całego kraju. Przedstawicieli tego gatunku spotkać można zarówno w roślinach okopowych, jak i zbożowych, ale również na stanowiskach ruderalnych. Łodyga jest rozgałęziona, naga lub owłosiona. Dolne liście są długoogonkowe, okrągłe i ząbkowane na brzegu. Górne natomiast są owalne do lancetowatych, ząbkowane lub piłkowane. Krótsza od kielicha korona kwiatowa składa się z białozółtych lub fioletowych płatków górnych oraz jaskrawożółtych płatków dolnych i środkowych. Owocem tej rośliny jest torebka, trójgraniasta, pękająca trzema klapami.

Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media* (L.) Vill.) (fot. 6)

Tworzy formy jare lub ozime, jest rośliną roczną. Gatunek pospolity, występujący na podłożach różnego typu. Spotykany na polach, siedliskach ruderalnych, ogrodach. Kwitnie od maja do października. Charakterystyczną cechą jest obecność pojedynczego szeregu włosków wzdłuż międzywęźli. Liście leżące naprzeciwległe są jajowate lub szerokoeliptyczne. Dolne liście występują na ogonkach, górne siedzące. Kwiatostanem jest dwuramienna wierzchołka, a kwiaty wyrastają na szczytach odgałęzień lub w pachwinach liści. Owocem jest torebka zawierająca nasiona nerkowatego kształtu.

Gorczyca polna (*Sinapis arvensis* L.)

Jest rośliną roczną o pojedynczej lub rozgałęzionej owłosionej łodydze. Często pojawia się na glebach żyznych. Zachwaszcza głównie zboża jare, okopowe i strączkowe, jednak spotykana jest również na przydrożach i nieużytkach. Dolne liście na długich ogonkach, lirowato pierzastodzielne. Górne liście niepodzielone i ząbkowane, krótkoogonkowe lub siedzące. Kwiatostanem jest baldachogrono. Owocem tej rośliny z rodziny kapustowatych jest naga łuszczyzna.

Jasnoty (*Lamium* ssp.) (fot. 7)

Przykładem gatunku z rodzaju *Lamium* jest jasnota purpurowa (*Lamium purpureum* L.) – roślina jednoroczna lub dwuletnia o rozgałęziającej się, wzniesionej lub podnoszącej się łodydze. Roślina o charakterystycznym fioletowym kolorze i nieprzyjemnym, intensywnym zapachu. Gatunek w szczególności gleb żyznych i dość wilgotnych, zasobnych w azot. Kwitnie od kwietnia do października. Liście parami nakrzyżległe, ogonkowe, jajowatosercowate lub okrągławe, karbowane na

brzegach i owłosione na górnej powierzchni. Kwiaty tworzą nibyokółki, osadzone w kątach górnych liści. Owocami są szare rozłupki o pomarszczonej lub gładkiej powierzchni.

Komosa biała (*Chenopodium album* L.) (fot. 8)

Jest rośliną roczną, o pojedynczej lub rozgałęziającej się i mączysto-owłosionej łodydze. Gatunek wiatropylny, azotolubny, kwitnie od czerwca do października. Komosa biała występuje bardzo często i charakteryzuje się zdolnościami do wytwarzania ogromnej ilości nasion o długiej żywotności. Ogonki liściowe są krótsze od blaszki, a liście w kształcie jajowatoromboidalnym lub lancetowatym. Drobne, zielonkawe kwiaty zebrane są w kłębiki tworzące wiechę lub nibykłos. Owoce są jednonasienne, a nasiona czarne i lśniące.

Rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.) (fot. 9)

Gatunek jednoroczny, jary. Często spotykany w różnych uprawach, nierzadko również w siedliskach ruderalnych. Kwitnie od maja do października. Roślina o płozących się lub rozesłanych i płytkobruzdowatych łodygach. Liście krótkogonkowe o zmiennych kształtach. Kwiaty są niepozorne w kolorze białozielonym lub czerwonozielonym. Owocem jest trójkanciasty orzeszek, otoczony zrośniętymi listkami okwiatu.

Rdestówka powojowata [*Fallopia convolvulus* (L.) Á.Löve] (fot. 10, 11)

Gatunek jednoroczny jary. Chwast roślin zbożowych i okopowych występujący również w siedliskach ruderalnych. Częściej pojawia się na glebach piaszczystych. Kwitnie od lipca do września. Łodygi tej rośliny są cienkie, wijące się i kanciaste. Liście ogonkowe o charakterystycznym sercowatym kształcie. Kwiaty zebrane są w pozorne grona, które wyrastają z kątów liści. Owocem jest orzeszek, trójgraniasty, matowy i czarny.

Sporek polny (*Spergula arvensis* L.)

Jest gatunkiem rocznym. Kwitnie w okresie od lipca do września. Chwast głównie upraw zbożowych i okopowych. Preferuje gleby piaszczyste, ubogie w wapń. Łodyga wzniesiona lub podnosząca się, pojedyncza lub rozgałęziona, obficie gruczołowato owłosiona. Ulistnienie okółkowe, liście mięsiste, gruczołowato owłosione, z podłużną bruzdą. Kwiaty zebrane są w szczytowe wierzchotki. Owocem jest kulista, żółta torebka, dwukrotnie dłuższa od kielicha.

Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.) (fot. 12)

Jest rocznym chwastem jarym, bardzo zmiennym pod względem wysokości, stopnia rozgałęzienia i wielkości liści. Kwitnie w okresie od lipca do października. Częściej zachwaszcza rośliny okopowe niż zbożowe, występuje także czę-

sto jako gatunek ruderalny. Jest światło- i azotolubny. Łodyga tej rośliny jest wzniesiona, lekko owłosiona, z czerwonym odcieniem. Liście są długoogonkowe, w zarysie jajowate o zaokrąglonym wierzchołku. Kwiaty zebrane w kłębiaki tworzą kłosokształtne kwiatostany. Owocem jest torebka, która otwiera się wieczkiem.

Tasznik pospolity [*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik] (fot. 13)

Jest rośliną jednoroczną lub dwuletnią, tworzącą formy jare lub ozime. Kwitnie praktycznie w ciągu całego roku. Masowo zachwaszcza rośliny okopowe i zboża, ale jest również chwastem ruderalnym. Łodyga słabo owłosiona lub naga. Liście dolne ogonkowe, mniej lub bardziej pierzastodzielne, zebrane w gęstą, przygruntową rozetę. Liście łodygowe siedzące, obejmują łodygę strzałkowatą nasadą. Kwiaty są drobne, tworzą groniaste kwiatostany o zabarwieniu białym, rzadziej różowym. Owoc – wzniesione lub odstające łuszczyнки, o charakterystycznym trójkątnym kształcie, przypominającym małe serca.

Tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.) (fot. 14)

Roślina roczna, ozima lub jara. Kwitnie od kwietnia do sierpnia. Pospolicie występuje na glebach zasobnych w węglan wapnia i próchnicę. Łodyga wzniesiona, w górnej części rozgałęziająca się, naga, kanciasta i bruzdowana. Liście dolne ogonkowe, ząbkowane. Liście łodygowe ustawione skrętoległe, ząbkowane i strzałkowate u nasady. Kwiatostan znajdujący się na szczycie łodygi tworzy luźne grono. Kwiaty o białym zabarwieniu. Owocem jest spłaszczona i oskrzydłona łuszczyнка.

Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.) (fot. 15)

Gatunek jednoroczny, kwitnący od czerwca do października. Charakterystyczny dla upraw okopowych, ale również spotykany w siedliskach ruderalnych. Łodyga mocno rozgałęziona, u góry owłosiona. Liście naprzeciwległe, o niezbyt obfitym owłosieniu, niżej jajowate, wyżej podłużnie lancetowate, ząbkowane na brzegach i zaokrąglone na szczycie. Kwiatostanem jest koszyczek składający się z licznych żółtych kwiatów. Owocem jest drobna, prątkowana niełupka.

GATUNKI JEDNOLIŚCIENNE

Chwastnica pospolita [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.] (fot. 16)

Trawa kępowa jara, niewytwarzająca rozłogów. Gatunek azotolubny, kwitnie od lipca do października. W szczególności kojarzony z roślinami okopowymi. Pochwycy liściowe płaskie, liście nagie i gładkie. Kwiatostanem jest wiecha tworząca nibykłos. Owocem jest jajowaty ziarniak.

Palusznik krwawy [*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.]

Trawa jednoroczna, luźnokępową, jara, zielona, ale również często czerwono lub fioletowo nabiegła. Okres kwitnienia tego gatunku przypada od lipca do września. Roślina ruderalna, zachwaszcza także rośliny uprawne (głównie okopowe). Dość liczne źdźbła, proste lub kolankowo podnoszące się, u nasady zakorzenione. Kwiatostan składa się z palczasto zestawionych kłosów. Owocem jest żółty, zamknięty w plewkach ziarniak.

Perz właściwy [*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski] (fot. 17)

Bylinowa trawa o kłęczach z licznymi rozłogami i nagim, gładkim źdźbłem. Kwitnie od czerwca do września. Pospolity gatunek w całym kraju, zarówno w roślinach uprawnych, jak i nieużytkach. Rozmnaża się wegetatywnie za pomocą rozłogów i fragmentów kłęczów oraz generatywnie. Liście płaskie, z góry szorstkie, szarozielone z woskowym nalotem. Pochwy liściowe z wyraźnie zaznaczonymi ostrogami. Kwiatostanem jest kłos – spłaszczony i długi. Owoc stanowi wydłużony, żółtawy ziarniak.

Włośnica (*Setaria* spp.)

Przykładem gatunku z rodzaju *Setaria* jest włośnica zielona [*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.] – trawa jednoroczna, jara, gęstokępową o licznych źdźbłach. Kwitnie od lipca do października. Najczęściej występuje w roślinach okopowych, ale również w kukurydzy i roślinach pastewnych. Łodygi cienkie, szorstkie bliżej kwiatostanu. Liście szorstkie z wierzchu i na brzegach. Kwiatostanem jest kłosokształtna wiecha. Owocem jest jasnozielony ziarniak.

Wiechlina roczna (*Poa annua* L.)

Trawa roczna, tworząca formy jare i ozime. Kwitnie praktycznie przez cały okres wegetacji. Często występuje na siedliskach ruderalnych, jak również w uprawach polowych (okopowe, warzywa, zboża). Gatunek zaliczany do traw kępowych. Źdźbła łukowato wygięte, liście płaskie, gładkie, zakończone łódeczkowato. Kwiatostan tworzy rozpięchłą wiechę. Owocem jest ziarniak – jajowaty, lekko spłaszczony o siateczkowatej powierzchni.

Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

Trawa jednoroczna, jara lub ozima. Kwitnie od czerwca do września. Gatunek charakterystyczny dla zbiorowisk chwastów upraw okopowych. Źdźbła u nasady rozgałęzione, w górnej części szorstkie. Liście lancetowate, płaskie i z ostrymi brzegami, często o czerwonym zabarwieniu. Kwiatostanem jest kłosokształtna walcowata wiecha. Owocem jest ziarniak, płaski, gładki i połyskujący.



Fot. 5. Fiolek polny (*Viola arvensis* Murray) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 6. Gwiazdnica pospolita [*Stellaria media* (L.) Vill.] (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 7. Jasnota (*Lamium* ssp.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 8. Komosa biała (*Chenopodium album* L.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 9. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 10. Zachwaszczenie rdestówką powojową obok komosy i chwastnicy jednostronnej (fot. R. Krawczyk)



Fot. 11. Rdestówka powojowata [*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve] (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 12. Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 13. Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* L.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 14. Tobółki polne (*Thlaspi arvense* L.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 15. Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.) (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 16. Chwastnica jednostronna [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.] (fot. S. Kaczmarek)



Fot. 17. Perz właściwy [*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski] (fot. S. Kaczmarek)

5.2. Metody regulacji zachwaszczenia

Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

W integrowanej ochronie roślin bardzo dużą rolę odgrywają niechemiczne metody ochrony roślin (Kapsa i wsp. 2014). Działania ograniczające ujemny wpływ zachwaszczenia powinny być uwzględnione na każdym etapie planowania i produkcji, a metody agrotechniczne wraz z bezpośrednim zwalczaniem chwastów powinny się uzupełniać. Podstawowym źródłem zachwaszczenia są obecne w glebie diaspory chwastów, czyli nasiona, kłocza, rozłogi, bulwy i cebulki. Wszelkie działania odchwaszczające powinny być ukierunkowane na zmniejszenie ilości

diaspor chwastów przez różne rodzaje interwencji, we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów, gdzie ostateczny wynik prowadzi w kierunku systematycznego zmniejszenia ich liczebności w glebie. Spośród metod agrotechnicznych bardzo ważny jest właściwy płodozmian oraz działania prewencyjne oparte na właściwej profilaktyce (Tomalak i wsp. 2004; Pannacci i wsp. 2017). W ramach działań profilaktycznych pod uprawę ziemniaka należy unikać stanowisk mocno zachwaszczonych, szczególnie gatunkami chwastów wieloletnich, jak perz właściwy (fot. 18, 19). Podczas prac pielęgnacyjnych należy czyścić maszyny z diaspor chwastów, aby nie przenosić ich na nowe stanowiska. Nawozy organiczne planowane do zastosowania w uprawie ziemniaka powinny być odpowiednio przygotowane i wolne od diaspor chwastów.

Celem płodozmianu jest poprawa żyzności gleby, ale również ograniczenie ryzyka zachwaszczenia (Benoit i wsp. 2003; Eyre i wsp. 2011; Graziani i wsp. 2012; Hosseini i wsp. 2014; Bonciarelli i wsp. 2016). Dobrym przedplonem dla ziemniaka są wieloletnie rośliny bobowate drobnonasienne, takie jak: koniczyna, lucerna lub ich mieszanki z trawami (Kapsa 2015). Wspomniane uprawy przedplonowe są podatne na zachwaszczenie gatunkami chwastów wieloletnich, dlatego planując po nich uprawę ziemniaka, należy zwrócić uwagę na zwalczanie tych gatunków chwastów. Dobrym przedplonem są również rośliny bobowate grubonasienne,



Fot. 18. Pola zaperzone nie są dobrym stanowiskiem pod uprawę ziemniaka (fot. R. Krawczyk)



Fot. 19. Perz właściwy (*Elymus repens*) (fot. R. Krawczyk)

między innymi groch i łubin (Kapsa 2015). W uprawie tych roślin przedplonowych należy zwrócić uwagę na ograniczenia występowania gatunków jednorocznych, między innymi komosy białej (*Chenopodium album*) i chabra bławatka (*Centaurea cyanus*).

Profilaktyka

Podstawą funkcjonowania systemów ekologicznych jest zróżnicowana rotacja upraw, która pomaga zapobiegać występowaniu wielu szkodników i patogenów. Różnorodność upraw ogranicza również zjawisko kompensacji niektórych gatunków chwastów między innymi na skutek różnych terminów siewu oraz różnej długości okresów wegetacji. Właściwie zaplanowane zmianowanie może osłabić kiełkowanie niektórych chwastów i uniemożliwić osiągnięcie ich dojrzałości.

Poprawne zmianowanie roślin uprawnych zakłóca cykl życiowy chwastów i przeciwdziała dominacji wybranych gatunków, a różnorodność upraw zwiększa spektrum możliwych do zastosowania herbicydów. Prawdłowo wykonana uprawa roli stwarza optymalne warunki do wzrostu ziemniaka i zwiększa jego konkurencyjność w stosunku do chwastów. Zabiegi agrotechniczne przyczyniają się również do istotnego zmniejszenia zachwaszczenia pól uprawnych, a efektywność

uprawek późniejszych, orki i uprawy przedsięwzięj zależy w dużym stopniu od tego, czy zostały wykonane terminowo. Systematyczne usuwanie diaspor chwastów z maszyn i urządzeń rolniczych ogranicza migrację chwastów z otoczenia na pola uprawne.

Zwalczanie mechaniczne

Mechaniczne zwalczanie chwastów jest powszechnie stosowane na mniejszych plantacjach ziemniaka oraz w ekologicznej technologii uprawy. Walkę z chwastami rozpoczyna się od momentu posadzenia bulw, a kończy przed zakryciem międzyrzędzi. Do tego celu używa się bron, pielnika i obsypnika (fot. 20, 21, 22, 23).

Głębokość sadzenia bulw ziemniaka umożliwia wykonanie zarówno przed-, jak i powstodowych zabiegów mechanicznych (Vangessel i Renner 1990). Terminy zabiegów mechanicznych powinny być dostosowane do rozwoju chwastów. Najlepszy skutek przynosi niszczenie chwastów, które nie zdążyły się jeszcze dostatecznie ukorzenie. Mechaniczne zwalczanie chwastów może jednak doprowadzić do nadmiernego ugniecenia gleby, względnie uszkodzenia roślin i rozprzestrzeniania patogenów. Efektywność metody mechanicznej w regulacji zachwaszczenia jest zależna od stanu zachwaszczenia, czyli od występujących na plantacji gatunków chwastów oraz ich liczebności.

Po wschodach rośliny ziemniaka szybko wytwarzają rosnącą część wegetatywną, która może zacieniać większość chwastów kiełkujących w późniejszym czasie.



Fot. 20. Zwalczanie siewek chwastów broną chwastownik (fot. R. Krawczyk)



Fot. 21. Efekt działania brony chwastownik w fazie siewek (fot. R. Krawczyk)



Fot. 22. Efekt spóźnionego odchwaszczania broną chwastownik w fazie 3–5 liści chwastów (fot. R. Krawczyk)



Fot. 23. Spóźnione odchwaszczanie obsypnikiem (fot. R. Krawczyk)

Odmiany ziemniaka różnią się znacznie pod względem tempa rozwoju, a odstępy między rzędami można dostosować w taki sposób, aby zoptymalizować zacienienie rzędu przez odmiany, które charakteryzują się mniejszym tempem wzrostu (Colquhoun i wsp. 2009). Odmiany, które intensywnie rosną, o dużym indeksie powierzchni liści i wysokich roślinach w większym stopniu tłumią chwasty i są mniej wrażliwe na zachwaszczenie niż odmiany mniej konkurencyjne.

Producenci ekologiczni i konwencjonalni często uprawiają rośliny okrywowe w celu zwiększenia zawartości azotu, poprawienia infiltracji wody, zapobiegania występowania chorób i nicieni, erozji gleby oraz w celu zwiększenia zawartości materii organicznej i odzyskania składników odżywczych (Clark 2007; Griffin i wsp. 2009).

Glebowy bank nasion ma zasadnicze znaczenie dla długotrwałej produkcji ekologicznej. Ograniczenie zachwaszczenia przez łączenie wielu metod, które same w sobie rzadko są skuteczne, jest łatwiejsze i skuteczniejsze, gdy glebowy bank nasion utrzymuje się na niskim poziomie (Buhler 1999).

Ograniczanie zachwaszczenia można osiągnąć, wykorzystując fotoblastyzm nasion, czyli ich reakcję na światło podczas uprawy roli. Hartmann i Nezadal (1990) uzyskali 2-procentowy stopień pokrycia powierzchni gleby chwastami, kiedy orka i bronowanie wykonywane były w ciemności, natomiast gdy identyczne zabiegi wykonywano w dzień, pokrycie gleby chwastami wynosiło 80%. Niektóre gatunki roślin, w tym chwasty, pod wpływem impulsu świetlnego lepiej kiełkują, ale światło nie zawsze jest czynnikiem limitującym przerwanie okresu spoczynku

nasion (Baskin i Baskin 1988; Pons 1991; Marshall i wsp. 2003). Opcjonalnie zakrycie maszyny pielącej chwasty, aby zapobiegać przerwaniu spoczynku nasion, może być niewystarczające gdyż skuteczność tej metody nie zależy tylko od występujących gatunków chwastów i warunków klimatycznych, ale również od wielkości cząstek gleby, jej wilgotności, koloru, a także od innych czynników (Riemens i wsp. 2004).

Mechaniczno-chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Połączenie mechaniczno-chemicznej metody zwalczania chwastów jest godnym polecenia sposobem regulacji zachwaszczenia. Za takim rozwiązaniem przemawiają następujące aspekty: obniżenie nakładów pracy i energii w porównaniu z nakładami ponoszonymi przy metodzie mechanicznej oraz duża skuteczność zwalczania chwastów wynikająca z możliwości doboru herbicydów do występujących gatunków chwastów i terminu ich stosowania.

Regulacja zachwaszczenia metodą mechaniczno-chemiczną wykorzystywana jest w zasadzie we wszystkich kierunkach użytkowania ziemniaka, jednak najbardziej rekomendowana jest do stosowania w uprawie ziemniaka na cele przetwórstwa spożywczego oraz w nasiennictwie. Na plantacjach, w których zastosowano ten sposób odchwaszczania, po wykonanym zabiegu opryskiwania herbicydem nie powinno się wykonywać zabiegów mechanicznych.

Wśród gospodarstw uprawiających ziemniaki największą grupę stanowią małe gospodarstwa rolne (Nowacki 2012). W tych gospodarstwach o niskonakładowej technologii uprawy z przeznaczeniem ziemniaka na samozaopatrzenie lub lokalną sprzedaż bezpośrednią, zwalczanie chwastów oparte jest tylko na zabiegach mechanicznych. Pielęgnacja mechaniczno-chemiczna i chemiczna (metoda uproszczona) skuteczniej chroni przed zachwaszczeniem niż wyłącznie zabiegi mechaniczne (Nelson i Thoreson 1981; Zarzecka 2000; Gugała i Zarzecka 2008). Według licznych autorów zależność między liczbą i biomasą chwastów, zarówno w zachwaszczeniu pierwotnym, jak i wtórnym, a cechami plonu ma charakter liniowy i wykazuje istotnie ujemne oddziaływanie na wysokość plonu ogólnego, jak i plonu frakcji handlowej (Nelson i Thoreson 1981; Zarzecka 2004; Różyło i Pałys 2008). Przy stosowaniu wyłącznie metody mechanicznej efektywność zwalczania chwastów jest niższa, a koszty nakładów pracy i energii wyższe. Obniżona jest również jakość plonu (Zarzecka 2000; Zarzecka i wsp. 2009; Nowacki 2014). Małe plantacje są z reguły bardziej zachwaszczone niż wielkotowarowe, co wynika z mniejszych nakładów na pielęgnację i stosowania głównie metody mechanicznej zwalczania chwastów (Zarzecka 2004).

W przemysłowej produkcji towarowej ziemniaka, w zależności od przeznaczenia plonu, jakość bulw ma fundamentalne znaczenie, które decyduje o dochodowości produkcji. W Polsce, w ostatnich latach, w towarowej produkcji ziemniaka

coraz ważniejszą pozycję zajmuje wielkoobszarowy system intensywnego gospodarowania. Uzyskane plony w tym systemie mają bardzo wysoką jakość – odpowiednią dla przetwórstwa spożywczego (chipsy, frytki) i krochmalniczego oraz produkcji konfekcjonowanego ziemniaka jadalnego i sadzeniaków ziemniaka (Nowacki 2012).

W szczególnych sytuacjach, kiedy jest niemożliwe lub bardzo utrudnione wykonanie zabiegów mechanicznych, na przykład wskutek nadmiernego uwilgotnienia gleby spowodowanego częstymi opadami deszczu lub występowania chwastów w zaawansowanych fazach wzrostu, stosuje się wyłącznie herbicydy, czyli tzw. „metodę uproszczoną” lub „metodę interwencyjną” (Wójtowicz i Mrówczyński 2013).

Wybór metody zwalczania chwastów powinien być uzależniony od stanu i stopnia zachwaszczenia plantacji oraz rachunku ekonomicznego (Urbanowicz 2012).

Herbicydy do zwalczania chwastów w uprawie ziemniaków stosuje się w trzech terminach:

- 1) przed sadzeniem;
- 2) po sadzeniu, a przed wschodami ziemniaków;
- 3) po wschodach ziemniaków.

Zwalczanie chwastów przed sadzeniem oparte jest na stosowaniu herbicydów zawierających substancję czynną (s.cz.) glifosat. W tym terminie wykonuje się zabiegi w celu zwalczania chwastów wieloletnich, np. perzu (*E. repens*) oraz innych roślin jednorocznych. Herbicydy pobierane są przez zielone części roślin. Po zabiegu należy ograniczyć do minimum uprawki wiosenne.

Ochrona herbicydowa istotnie zmniejsza zachwaszczenie łanu ziemniaka przed zwarciem rzędów, a także chroni przed zachwaszczeniem wtórnym do zbioru bulw, szczególnie przed takimi gatunkami chwastów jak: chwastnica jednostronna (*E. crus-galli*), komosa biała (*Ch. album*), bodziszek drobny (*Geranium pusillum*) (Kraska i Pałys 2002).

Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Do zwalczania chwastów na plantacjach ziemniaka zarejestrowanych jest kilka-naście substancji czynnych o następujących mechanizmach działania: inhibitory funkcjonowania mikrotubuli i podziałów komórkowych (pendimetalina), inhibitory biosyntezy lipidów (chizalofop-P-etylowy, cykloksydym, fluazyfop-P-buty-lowy, kletodym, flufenacet, propachizafop, prosulfokarb), inhibitory fotosyntezy (bentazon, linuron, metrybuzyna, metobromuron), inhibitory biosyntezy pigmentów (chlomazon, flurochloridon), inhibitory biosyntezy aminokwasów (rim-sulfuron).

W tabeli 12. przedstawiono wykaz substancji czynnych przeznaczonych do stosowania w uprawie ziemniaka wraz z wykazem wrażliwych gatunków chwastów.

Tabela 12. Wykaz substancji czynnych herbicydów oraz wrażliwość gatunków chwastów

Substancja czynna	Wrażliwe gatunki chwastów
bentazon (480 g/l)	dymnica pospolita, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, maruna bezwonna, przytulia czepna, rdest plamisty, rdest powojowy, rumian polny, tasznik pospolity, tobołki polne, żóltlica drobnokwiatowa, przetacznik perski, jasnota purpurowa, krzywoszyj polny
chizalofop-P etylu (100 g/l)	samosiewy zbóż, chwastnica jednostronna, owies głuchy, włośnica sina, perz właściwy
chlomazon (480 g/l)	bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, krzywoszyj polny, poziewnik szorstki, przytulia czepna, tasznik pospolity, tobołki polne
cykloksydym (100 g/l)	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, paluszniak krwawy, proso, stokłosa płonna, sorgo alepskie, samosiewy zbóż, stokłosa polna, wiechlina zwyczajna, włośnica zielona, włośnica ber, wyczyniec polny, życica wielokwiatowa, życica trwała
fluazyfop-P butylu (150 g/l)	owies głuchy, chwastnica jednostronna, samosiewy zbóż; miotła zbożowa, wyczyniec polny, perz właściwy
flufenacet + metrybuzyna (240 + 175 g/kg)	chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, komosa biała, maruna bezwonna, niezapominajka polna, przetacznik perski, przetacznik rolny, poziewnik szorstki, tobołki polne, tasznik pospolity
flurochloridon (250 g/l)	dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, kurzyślak polny, łobody, mak polny, miotła zbożowa, maruna bezwonna, psianka czarna, przetacznik bluszczykowy, przetacznik perski, rumianek pospolity, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wiechlina roczna, żóltlica drobnokwiatowa
kletodym (120 g/l)	chwastnica jednostronna, owies głuchy, perz właściwy, samosiewy zbóż
linuron + chlomazon (250 + 45 g/l)	chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, krzywoszyj polny, maruna bezwonna, ostrożeń polny, przetacznik polny, przetacznik perski, poziewnik szorstki, rdest powojowy, tasznik pospolity, tobołki polne, żóltlica drobnokwiatowa
linuron (450 g/l)	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, komosa biała, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, sporek polny, starzec zwyczajny, tasznik pospolity, tobołki polne, wyka ptasia, żóltlica drobnokwiatowa

Tabela 12. Cd.

Substancja czynna	Wrażliwe gatunki chwastów
metobromuron (500 g/l)	dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, krzywoszyj polny, maruna bezwonna, owies głuchy, poziewnik szorstki, przetacznik perski, rdest kolankowy, rdest ptasi, samosiewy rzepaku, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, wiechlina roczna, żółtlica drobnokwiatowa
metrybuzyna + chlomazon (233 + 60 g/l)	dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, krzywoszyj polny, maruna bezwonna, poziewnik szorstki, przetacznik polny, rdest powojowy, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
metrybuzyna (600 g/l)	dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnoty, krzywoszyj polny, maruna bezwonna, pokrzywa żegawka, przetacznik polny, przetacznik perski, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa, komosa biała
pendimetalina (400 g/l)	chwastnica jednostronna, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, maruna bezwonna, rdest powojowy, tobołki polne, włośnice i wyki
pendimetalina + chlomazon (333 + 30 g/l)	chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, niezapominajka polna, perz właściwy, psianka czarna, przetacznik bluszczykowy, pokrzywa żegawka, przytulia czepna, rdestówka powojowata, rdest ptasi, rumianek pospolity, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, wiechlina roczna
propachizafop (100 g/l)	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, perz właściwy, samosiewy zbóż, włośnica sina, włośnica zielona, życica trwała
prosulfokarb	gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, komosa biała, miotła zbożowa, przetacznik bluszczykowy, przetacznik perski, przytulia czepna
prosulfokarb + metrybuzyna (800 + 80 g/l)	szarłat szorstki, samosiewy rzepaku, tasznik pospolity, komosa biała, wilczomlecz obrotny, żółtlica drobnokwiatowa, przytulia czepna, jasnota purpurowa, rumianek pospolity, maruna bezwonna, wiechlina roczna, rdest powojowy, rdest plamisty, psianka czarna, gwiazdnica pospolita, tobołki polne, fiołek polny
rimsulfuron (25%)	blekot pospolity, bodziszek drobny, chwastnica jednostronna, dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, perz właściwy, przytulia czepna, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne

Herbicydy zalecane do stosowania po sadzeniu, ale przed wschodami ziemniaków stosuje się po obredleniu i ostatecznym ukształtowaniu redlin. Zastosowane zbyt późno, gdy kielkujące rośliny znajdują się tuż pod powierzchnią gleby, mogą być przyczyną przemijających symptomów fitotoksycznego działania na roślinę uprawną. W tym terminie zwalczane jest przede wszystkim zachwaszczenie

pierwotne, przy czym na efektywność zabiegów duży wpływ ma przebieg pogody, a przede wszystkim ilość i rozkład opadów atmosferycznych. W początkowym okresie wegetacji nadmierne przesuszenie gleby może być spowodowane małą ilością opadów atmosferycznych lub niewłaściwie dostosowanymi zabiegami agrotechnicznymi. Skuteczność herbicydów o działaniu doglebowym zmniejsza się w warunkach mniejszej wilgotności gleby (Woźnica 2012). Natomiast wzrost zachwaszczenia wtórnego w łanie ziemniaka przed zbiorem może być efektem nadmiernych opadów w drugiej połowie wegetacji (Kraska i Pałys 2002) oraz niewłaściwego formowania redlin (fot. 24, 25).

Na efektywność zabiegów herbicydowych stosowanych po wschodach ziemniaków wpływ ma wiele czynników, m.in.: faza rozwojowa chwastów i odpowiedni dobór herbicydów do spektrum zachwaszczenia, technika wykonania zabiegu i występujące warunki pogodowe. Chwasty są najskuteczniej zwalczane w najmłodszych fazach wzrostu. Przebieg warunków atmosferycznych ma wpływ na działanie herbicydów. W warunkach ciepłej i wilgotnej pogody efekt chwastobójczego działania herbicydów jest szybszy.

Herbicydy stosowane po wschodach ziemniaka mogą powodować symptomy fitotoksycznego działania. W badaniach prowadzonych w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie, w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roslin – PIB, wyróżniono pięć grup wrażliwości odmian ziemniaka na stosowanie herbicydów zawierających jako substancję czynną metrybuzynę. Według Urbanowicza (2013) bardzo wrażliwymi na dolistne stosowanie preparatów z metrybuzyną (s.cz.) są takie odmiany jadalne, jak: Fresco, Krasa, Aster, Fauna i Ursus oraz odmiany skrobiowe: Pasat, Sonda, Dunajec, Gabi i Umiak. Natomiast odmiany jadalne: Satina, Barycz i Felsina oraz odmiany skrobiowe: Tucan, Zuzanna, Nimfa i Saturn są niewrażliwe. Objawy fitotoksycznego działania herbicydów z s.cz. metrybuzyną na roślinach ziemniaka mają charakter przemijający (Urbanowicz 2006). W uprawie odmian ziemniaków wrażliwych na metrybuzynę, stosowanie tych preparatów należy ograniczyć do zabiegów przed wschodami ziemniaka, najpóźniej w terminie od 8 do 10 dni po posadzeniu (Urbanowicz 2013).

Podczas dużej amplitudy dobowych temperatur mogą wystąpić symptomy fitotoksycznego działania również po aplikacji herbicydów zawierających jako s.cz. rimsulfuron (Urbanowicz 2013).

W podejmowaniu decyzji dotyczących stosowania herbicydów należy kierować się przede wszystkim „wymaganiem okresem wolnym od zachwaszczenia” lub „krytycznym okresem konkurencji chwastów”, czyli przedziałem czasowym, w którym chwasty – z ekonomicznego punktu widzenia – mogą powodować największe straty w plonach. „Wymagany okres wolny od zachwaszczenia” jest zależny od warunków siedliska oraz stanu i ryzyka zachwaszczenia i w zależności od odmiany ziemniaka trwa do 4-6 tygodni po wschodach ziemniaka (Dobrzański i Adamczewski 2013).

Aktualne szczegółowe informacje na temat zaleceń stosowania herbicydów są dostępne na stronie Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego (https://www.ior.poznan.pl/baza/zalecenia_ochrony_roslin.html) lub Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (<http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin>).



Fot. 24. Niewłaściwe uformowanie redlin zwiększa ryzyko zachwaszczenia wtórnego (fot. R. Krawczyk)



Fot. 25. Prawidłowo uformowane redliny w uprawie ziemniaka (fot. R. Krawczyk)

6. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

6.1. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez grzyby i organizmy grzybopodobne

6.1.1 Najważniejsze choroby powodowane przez grzyby i organizmy grzybopodobne

Do najgroźniejszych chorób mających znaczenie gospodarcze i wywoływanych przez grzyby zaliczane są w pierwszej kolejności: zaraza ziemniaka, alternarioza ziemniaka, antraknoza, parch srebrzysty, rizoktonioza i sucha zgnilizna (tab. 13).

Tabela 13. Znaczenie gospodarcze wybranych chorób ziemniaka wywoływanych przez grzyby (wg Osowski i Kapsa 2013)

Choroba		Sprawca	Sadzeniaki	Frytki i chipsy	Konsumpcja	Przemysł
Alternarioza	sucha plamistość liści	<i>Alternaria solani</i> (Fries) Keissler	+++	+++	+++	+++
	brunatna plamistość liści	<i>Alternaria alternata</i> (Ellis&Martin) Jones & Grout	+++	+++	+++	+++
Antraknoza		<i>Colletotrichum coccodes</i> (Wallr.) Hughes	++	+++	+++	++
Parch srebrzysty		<i>Helminthosporium solani</i> Durieu & Montagne	+++	+++	+++	++
Rizoktonioza		<i>Rhizoctonia solani</i> Khün	+++	+++	+++	+++
Sucha zgnilizna		<i>Fusarium</i> ssp.: na bulwach głównie <i>F. sulphureum</i> Schlecht, <i>F. coeruleum</i> (Lib.) ex Sacc., <i>F. sambucinum</i> Fuckel	++	+++	+++	+++
Zaraza ziemniaka		<i>Phytophthora infestans</i> (Montagne) de Bary	+++	+++	+++	+++

„+” małe, „++” duże, „+++” bardzo duże

Ziemniak jest rośliną rozmnażaną wegetatywnie i dlatego szczególnie narażoną na ataki agrofagów, w tym licznej grupy patogenów. W celu zminimalizowania strat spowodowanych przez patogeny działania prowadzone w ramach IPM powinny przede wszystkim opierać się na profilaktyce prowadzonej od momentu planowania uprawy przez wszystkie kolejne etapy, aż do przechowywania (tab. 14). Celem ochrony roślin przed patogenami nie jest ich całkowite wyniszczenie, lecz zredukowanie ich populacji do poziomu, w którym nie będą wyrządzać szkód o znaczeniu ekonomicznym (Gołębniak 2010). Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin osiągnięcie tego celu winno, w pierwszej kolejności, opierać się na stosowaniu metod niechemicznych, tzn. agrotechnicznej i hodowlanej, oraz eliminowaniu źródeł infekcji pierwotnej. Decyzje o zastosowaniu chemicznych środków ochrony roślin należy podejmować na podstawie analizy zagrożenia ziemniaka przez patogeny, w oparciu o wyniki lustracji polowych, względnie wyniki symulacji komputerowych prowadzonych z zastosowaniem modeli matematycznych.

Tabela 14. Zabiegi ochronne w systemie IPM, stosowane na różnych etapach uprawy ziemniaka (wg Kapsa i wsp. 2014a)

Stadium IPM	Profilaktyka				
	Monitorowanie				
	Interwencja				
Etapy uprawy	planowanie i przygotowanie uprawy	przygotowanie sadzenia-ków i sadzenie	okres wegetacji	przygotowanie do zbioru i zbiór	przygotowanie do przechowywania i przechowywanie
Najważniejsze elementy i działania uwzględniane w IPM	płodozmian i przedplony	przygotowanie sadzeniaków	eliminacja źródeł zagrożenia	sprawdzanie dojrzałości technologicznej	sortowanie
	optymalne nawożenie	zaprawianie sadzeniaków	optymalne nawożenie i nawadnianie	niszczenie naci	kondycjonowanie bulw
	uprawki agrotechniczne i zwalczanie chwastów	termin i technika sadzenia	prognozowanie zagrożeń	zbiór w odpowiednich warunkach	jesienne zaprawianie, gdy zajdzie konieczność
	dobór odmiany	formowanie redlin	zrównoważona ochrona chemiczna	unikanie uszkodzeń mechanicznych	przechowywanie w optymalnych warunkach

6.1.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez grzyby i organizmy grzybobodobne

Niechemiczne metody zapobiegania chorobom powodowanym przez grzyby i organizmy grzybobodobne

Metoda agrotechniczna

Płodozmian

Omawiając znaczenie płodozmianu w ograniczaniu ryzyka porażenia ziemniaka przez patogeny, należy podkreślić pozytywne oddziaływanie gorczycy, która, stymulując rozwój pożytecznych organizmów glebowych, wpływa na ograniczenie rozwoju rizoktoniozy ziemniaka (*Rhizoctonia solani*) i antraknozy (*Colletotrichum coccodes*) (Wharton i wsp. 2009). Natomiast uprawa ziemniaków po warzywach i rzepaku jest mniej korzystna z uwagi na zwiększone ryzyko wystąpienia zgnilizny twardzikowej (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Kapsa i wsp. 2014a). Należy zaznaczyć, że czynnikiem modyfikującym wpływ płodozmianu na redukowanie zagrożenia roślin przez patogeny jest jakość gleby (Kapsa i wsp. 2014a). Gleby lekkie, o dużej pojemności powietrza, stwarzają korzystne warunki do przetrwania na następny sezon grzybom rodzaju *Alternaria* – sprawcom alternariozy ziemniaka. Przeżywalność zarodników na takich glebach jest o 50% wyższa niż na glebach torfowych i gliniastych (Osowski 1999). Gleby ciężkie, zlewne, stwarzają korzystniejsze warunki do rozwoju rizoktoniozy (*R. solani*) czy zarazy ziemniaka na bulwach (*P. infestans*) (Kapsa i wsp. 2014a). Ponadto gleba i znajdujące się w niej resztki pożywnie oraz rosnące chwasty stanowią środowisko do rozwoju i bytowania patogenów (np. *R. solani*, *C. coccodes*), których okres przeżywania w glebie może wynosić kilka lat, np. 8-13 w przypadku *C. coccodes* (Cullen i wsp. 2002). Ze względu na możliwość kumulowania się materiału infekcyjnego w glebie i zwiększonego ryzyka występowania chorób pochodzenia grzybowego (antraknoza, rizoktonioza) udział ziemniaka w płodozmianie nie powinien przekraczać 20-25%, czyli należy go uprawiać po 4-5-letniej przerwie.

Termin sadzenia, sadzenie, obsypywanie i formowanie redlin, zwalczanie chwastów

Wybór optymalnego terminu sadzenia przyczynia się istotnie do ograniczenia ryzyka porażenia ziemniaka przez patogeny. Zbyt wczesny może zwiększać ryzyko porażenia sprawcą rizoktoniozy. Opóźnienie sadzenia wpływa niekorzystnie na rozwój roślin oraz zwiększa zagrożenie wystąpienia zarazy ziemniaka (Kapsa 2012). Zbyt głębokie sadzenie opóźnia wschody i rozwój roślin, natomiast zbyt płytkie może powodować zazielenienie bulw oraz sprzyjać porażaniu ich przez sprawców różnych chorób (zaraza ziemniaka, rizoktonioza, alternarioza) (fot. 26-29).



Fot. 26. Efekt zbyt głębokiego sadzenia bulw (fot. J. Osowski)



Fot. 27. Następstwo niewłaściwego ustawienia formująco-obsypującego (fot. J. Osowski)



Fot. 28. Efekt zbyt płytkiego sadzenia bulw (fot. J. Osowski)



Fot. 29. Porażanie się bulw zarazą ziemniaka (fot. J. Osowski)

Ze względu na łatwość osypywania się gleby z redlin na glebach lekkich możemy posadzić bulwy trochę głębiej, co pozwoli uniknąć zazielenienia bulw oraz ograniczy porażenie młodych bulw przez sprawców takich chorób, jak zaraza ziemniaka i alternarioza. Na glebach ciężkich płytsze sadzenie redukuje wpływ powolnego ogrzewania gleby, przez co zmniejsza ryzyko porażenia bulw przez rizoktoniozę. Takie zadanie spełniają również uprawki wiosenne. Kolejnym czynnikiem ograniczającym zagrożenie ziemniaka porażeniem przez patogeny jest zwalczanie chwastów. Ich obecność, przez zmianę warunków wilgotnościowych w łanie, zwiększa ryzyko występowania zarazy ziemniaka i zgnilizny twardzikowej (Kapsa 2001). Chwasty mogą także być gospodarzami pośrednimi chorób ziemniaka, np. antraknozy. Harding i Wicks (2007) zidentyfikowali jako rośliny-gospodarze sprawców chorób ziemniaka następujące chwasty: psiankę czarną (*Solanum nigrum*), komosę białą (*C. album*), tasznika pospolitego (*C. bursa-pastoris*), rdest ptasi (*P. aviculare*), bielunię dziedzierzawę (*Datura stramonium*) i heliotrop europejski (*Heliotropium europeum*). Stąd w celu eliminacji tego źródła materiału infekcyjnego zalecają zwalczanie tych chwastów nie tylko w sezonie wegetacyjnym, ale także w sezonie poprzedzającym wejście ziemniaka na pole oraz w sezonie następnym.

Diagnostyka sprawców chorób i usuwanie źródeł infekcji

Prawidłowa identyfikacja patogenów stanowi warunek wyboru optymalnej metody ochrony roślin. Zestawienie podstawowych cech diagnostycznych najważniejszych chorób ziemniaka powodowanych przez grzyby oraz organizmy grzybopodobne przedstawiono w tabeli 15. Błędy w diagnostyce mogą znacząco ograniczyć efektywność ochrony roślin i skutkować poważnymi stratami plonu. Przykładowo objawy chorobowe wywołane przez sprawców alternariozy (fot. 30) są często mylone z szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) (fot. 31), która nie ma znaczenia gospodarczego na ziemniaku, lub z objawami niedoboru niektórych mikroelementów (fot. 32-33).

Istotną rolę w ograniczaniu zagrożenia występowania patogenów na roślinach i bulwach ziemniaka odgrywa likwidowanie źródeł materiału infekcyjnego. W uprawie ziemniaka sterty odpadowe są jednym z ważniejszych źródeł pierwotnej infekcji zarazą ziemniaka. Brak ich odpowiedniego zabezpieczenia może być przyczyną wczesnych infekcji i powodować w rezultacie szybkie rozprzestrzenianie się choroby, ponieważ zarodniki mogą być przenoszone z wiatrem na odległość 70 do 80 kilometrów (Andrivan i wsp. 2008). Obok braku ochrony lub jej nieprawidłowego prowadzenia, za główne źródła rozprzestrzeniania się pierwotnych źródeł choroby uważa się właśnie sterty odpadowe. Coraz częściej, zwłaszcza na dużych obszarowo plantacjach, nie usuwa się resztek pożywnych oraz bulw, które pozostały jesienią po zbiorze kombajnowym. Te pozostałości stanowią kolejne źródła materiału infekcyjnego. Wyrosłe z pozostawionych bulw rośliny, przyczyniają się do przyspieszenia rozprzestrzeniania się patogenów

Tabela 15. Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób ziemniaka

Choroba		Cecha diagnostyczna
Alternarioza	Brunatna plamistość liści	Pierwsze objawy choroby na liściach roślin ziemniaka występują w okresie kwitnienia, a przy szczególnie korzystnych warunkach do rozwoju wcześniej. Na liściach tworzą się nieregularnie rozmieszczone, drobne (2-5 mm) nekrozy barwy ciemniejszej od nekroz wywołanych rozwojem suchej plamistości Charakterystyczne dla suchej plamistości koncentryczne strefowanie nie występuje na nekrozach brunatnej plamistości lub jest nieznaczne i tylko na pojedynczych nekrozach. Przy dużym nasileniu choroby brzegi liścia mogą związać się do środka. Pierwsze objawy występują na liściach już w okresie kwitnienia roślin, a nawet trochę wcześniej. Powierzchnia nekroz powiększa się bardzo wolno, częściej jest to efektem zlewania się sąsiednich nekroz.
	Sucha plamistość liści	Pierwsze objawy na starszych liściach dolnego piętra rośliny, początkowo drobne, ciemnobrunatne do czarnych, suche plamki nieregularnie rozrzucone na blaszce liściowej, o kształcie owalnym lub kanciastym w miarę rozwoju choroby osiągają średnicę od 5 do 15 mm i więcej. Przy silnym rozwoju choroby plamy zlewają się ze sobą. Tkanka w miejscu nekrozy jest sucha i łamliwa. Objaw charakterystyczny – koncentryczne strefowanie (podobne do tarczy strzelniczej lub słoju na pniu ściętego drzewa). Nekrozy otoczone żółtawą otoczką – wywołaną działaniem kwasu alternariowego.
Antraknoza ziemniaka		Objawy choroby obserwuje się na wszystkich organach roślin ziemniaka. Szczególne znaczenie mają objawy na korzeniach, stolonach i podstawie łodyg, które gnią na sucho – tkanka korowa brunatnieje, pęka i rozwarstwia się. Na porażonej warstwie drewna, często przybierającej barwę jasnioletowo-różową występują liczne czarne kropki, o średnicy 0,1-0,5 mm (mikrosklerocja). Wynikiem rozwoju infekcji na bulwach są powierzchniowe srebrzyste plamy z mikrosklerocjami, słabo odgraniczone od zdrowej tkanki (w przeciwieństwie do plam parcha srebrzystego). Porażone bulwy trudno oddzielić od stolonów, które pozostają na bulwach jako 15 cm „ogony”.
Rizoktonioza ziemniaka		Rizoktonioza ziemniaka, wywołuje różne objawy chorobowe: gnicie kielków ziemniaka, próchnienie podstawy łodyg, opilśń łodygowa, ospowatość bulw i inne. Gnicie kielków. Kielkujące na bulwach skleroty grzyba powodują gnicie nowo rozwijających się kielków. Powstają na nich brunatne, lekko wgłębione plamki, które stopniowo się powiększają, tworząc ciemne nekrozy, otoczone ciemniejszą obwódką.

Tabela 15. Cd.

Choroba	Cecha diagnostyczna
Rizoktonioza ziemniaka	Próchnienie podstaw łodyg obserwuje się w pełni sezonu wegetacyjnego. Na podstawie łodyg roślin ziemniaka pojawiają się suche, brunatne zranienia, różnych rozmiarów, które po objęciu obwodu całej łodygi zakłócają transport asymilatów z liści do bulw. Towarzyszą temu na roślinach ziemniaka różnorodne objawy wtórne, takie jak żółknięcie i lekkie więdnienie roślin, miękkie zwijanie się brzegów liści wierzchołkowych czy tworzenie się tzw. bulwek powietrznych, w kątach bocznych dolnych pędów. Opilśn łodygowa tworzy się w okresach podwyższonej wilgotności powietrza, na przyziemnej części łodygi w postaci białoszarego nalotu, złożonego ze strzępek i zarodników grzyba. Jest to stadium płciowe (doskonałe) patogenu. Opilśn łodygowa występuje zwykle 3–4 dni po obfitych deszczach. Przy suchej pogodzie może się ona wcale nie wytworzyć pomimo silnego porażenia części podziemnych roślin ziemniaka. Ospowatość bulw jest jedną z postaci rizoktoniozy, występującej na bulwach, jako efekt rozwoju choroby na polu. Bulwy pokryte są ciemnymi sklerotami (stadium przetrwalnikowe grzyba), które tworzą się w okresie dojrzewania bulw i pozostają niezmienione aż do wiosny. Silniejsze występowanie ospowatości na bulwach ziemniaka obserwuje się w latach o obfitych opadach, w okresie od dojrzewania plonu aż do zbioru.
Sucha zgnilizna bulw	Na powierzchni bulwy pierwszymi widocznymi objawami są plamy barwy ciemnobrunatnej, które powiększają się w miarę rozwoju choroby. Miąższ w miejscu infekcji mięknie i zapada się. Skórka bulwy marszczy się, a na jej powierzchni tworzą się koncentryczne pierścienie oraz pojawiają się wykwyty (poduszeczki) grzybni. W zależności od tego, jaki gatunek <i>Fusarium</i> jest sprawcą choroby, przyjmują barwę od białej poprzez kremową do różowej. Na przekroju bulwy miąższ w miejscu rozwoju choroby jest barwy jasnej do brunatnej. Jeżeli proces gnilny opanuje całą bulwę to wysycha ona, marszczy się i ulega mumifikacji. Zniszczone bulwy są bardzo lekkie i swoim wyglądem mogą przypominać wysuszoną śliwkę.
Zaraza ziemniaka	Liście – początkowo niewielkie, nieregularne, nekrotyczne plamki, barwy jasnozielonej lub brązowej, które później brunatnieją. Często odgraniczone są od zdrowej tkanki jasnozieloną do żółtą obwódka. We wczesnych godzinach porannych lub przy chłodnej, wilgotnej pogodzie, na spodniej stronie liścia dookoła plamy nekrotycznej tworzy się biały, aksamitny nalot złożony z trzonek i zarodników konidialnych. Przy długo utrzymujących się korzystnych warunkach atmosferycznych nalot ten może także tworzyć się na górnej stronie liścia. Łodygi – objawy często rozpoczynają się w miejscu wyrastania ogonka liściowego z łodygi lub na jej wierzchołku. Początkowo są to tłuste, brązowe, później brunatne plamy, które rozwijają się wzdłuż łodygi. Jeśli obejmą cały jej obwód dochodzi do przełamania łodygi. Przy wilgotnej pogodzie zarodnikowanie występuje na całej powierzchni nekrozy. Bulwy – na powierzchni tworzą się lekko zagłębione, szarosine plamy, o różnej wielkości. Miąższ w miejscu plam nie jest wyraźnie oddzielony od zdrowej tkanki i ma barwę brunatnordawą.



Fot. 30. Alternarioza ziemniaka – objawy na liściu (fot. J. Osowski)



Fot. 31. Szara pleśń – objawy na liściu (fot. J. Osowski)



Fot. 32. Objawy niedoboru magnezu na liściu ziemniaka (fot. J. Osowski)



Fot. 33. Objawy niedoboru manganu na liściu ziemniaka (fot. J. Osowski)

w środowisku (Kapsa 2012). Usuwanie źródeł infekcji pierwotnej należy prowadzić nie tylko przed sezonem i w trakcie wegetacji, ale i podczas przygotowywania bulw do przechowywania. Eliminowanie źródeł infekcji pierwotnej jest jednym z istotnych sposobów ograniczania rozwoju chorób.

Metoda hodowlana

Uprawa odmian dostosowanych do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych i mniej podatnych na patogeny jest fundamentem integrowanej ochrony i produkcji ziemniaka (Kapsa i wsp. 2014a). Nie powoduje efektów ubocznych w postaci ujemnego wpływu na środowisko, jest tania z punktu widzenia producenta, gdyż nie wymaga ponoszenia nakładów na zabiegi ochrony roślin, i charakteryzuje się dużą skutecznością (Schollenberger 2010a). Wielokierunkowość użytkowania ziemniaków sprawia, że lista cech jakościowych będących przedmiotem doskonalenia w trakcie prac hodowlanych nad nową odmianą jest obszerna. Materiałem wyjściowym dla programów hodowlanych ukierunkowanych na wyhodowanie odmian ziemniaka dobrze zaadaptowanych do tak zróżnicowanych wymagań rynku muszą być populacje o bardzo dużej zmienności genetycznej (Domański 2008). Choroby ziemniaka są jednym z ważniejszych czynników powodujących straty w jego cyklu produkcyjnym. Znajomość odporności odmian na patogeny wywołujące choroby, które powodują znaczące straty w gospodarce, jest podstawą do wyboru odmiany odpowiedniej do kierunku użytkowania i warunków uprawy ziemniaka (Gawińska-Urbano-wicz 2007). Najważniejszą, z punktu widzenia ekonomiki produkcji, chorobą ziemniaka jest zaraza ziemniaka powodowana przez organizm grzybopodobny *P. infestans* (Mont.) de Bary (Śliwka 2008). Obecnie w Krajowym Rejestrze Odmian jest zarejestrowanych 13 odmian o odporności na poziomie zadowalającym (6–8 w skali 9-stopniowej). Są to w większości odmiany skrobiowe i tylko dwie z nich: Ametyst i Tajfun, to odmiany jadalne (tab. 16). Rośliny odmian o podwyższonej odporności albo odpornych na zarazę ziemniaka, uprawiane w warunkach sprzyjających atakowi patogenów, są mniej podatne na infekcje (Kapsa 2002), a ochrona pozwala zmniejszyć liczbę wykonywanych zabiegów chemicznych (Kapsa i Osowski 2007). W ostatnich latach ze względu na rosnące zainteresowanie ziemniakami mytymi i paczkowanymi wzrasta także znaczenie chorób skórki bulw, a szczególnie parcha srebrzystego, którego występowanie na bulwach obniża ich jakość nie tylko jako produktu jadalnego, ale także ich przydatność do przetwórstwa i jako sadzeniaków (tab. 17). Ziemniaki ze względu na swoje przeznaczenie (jadalne, sadzeniaki, przetwórstwo) są przechowywane przez okres od 6 do 9 miesięcy. Dlatego dużego znaczenia nabiera także ich podatność na choroby przechowalnicze i zdolność do przechowywania (tab. 18).

Tabela 16. Odporność części nadziemnej odmian ziemniaka na zarazę ziemniaka w roku 2017
(wg Nowacki i wsp. 2017)

Odporność wg skali	Typ kulinarny	Odmiany
ZIEMNIAKI JADALNE		
Bardzo podatne (2–3,5)	A	Impresja, Riviera
	B	Augusta, Asterix, Bellarosa, Bila, Berber, Bohun, Carrera, Ditta, Fresco, Folva, Gawin, Gwiazda, Ignacy, Innovator, Ingrid, Irga, Irys, Justa, Jurata, Latona, Madleine, Malaga, Michalina, Stokrotka, Satina, Tacja, Victoria, VR-808, Vineta
	AB	Altesse, Almera, Annabelle, Dali, Denar, Impala, Lord, Oberon, Orchestra, Tonacja, Viviana
	BC	Amora, Honorata, Lady Claire, Lady Rosetta, Miłek
	C	Etiuda
Podatne (4–5,5)	B	Aruba, Bojar, Etola, Jurek, Laskara, Lawenda, Lech, Magnolia, Owacja, Sagitta, Sante,
	AB	Manitou, Otolia,
	BC	Aldona, Cekin, Finezja, Mazur
Średnio odporne (6–7)	BC	Ametyst, Tajfun
ZIEMNIAKI SKROBIOWE		
Bardzo podatne (2–3,5)	Cedron, Zuzanna	
Podatne (4–5,5)	Boryna, Głada, Harpun, Ikar, Jubilat, Kaszub, Kuba, Pasat, Pasja, Pomorska, Pokusa, Rumpel, Szyper	
Średnio odporne (6–7)	Amarant, Gandawa, Hinga, Inwestor, Jasia, Mieszko, Rudawa, Skawa, Widawa	
Odporne (8)	Bzura, Kuras	

A – sałatkowy, B – ogólnoużytkowy, C – mączysty, D – bardzo mączysty, AB, BC – pośrednie

Tabela 17. Odporność odmian ziemniaka na parcha srebrzystego w roku 2017
(wg Nowacki i wsp. 2017)

Typ kulinarny	Stopień odporności wg skali 9-stopniowej*			
	2,0–3,5	4,0–5,5	6,0–6,5	7,0
AB	Altesse	Almera, Dali, Impala, Lord, Oberon	Annabelle, Denar	Viviana
B	Asterix	Berber, Bila, Ditta, Fresco, Gwiazda, Ignacy, Innovator, Irga, Latona, Michalina, Owacja, Sante, Satina, Syrena, Vineta	Aruba, Bellarosa, Bohun, Carrera, Etola, Folva, Gawin, Ingrid, Irys, Jelly, Justa, Jurata, Jurek, Laskara, Malaga, Mondeo, Sagitta, Victoria	–
BC	–	Cekin, Tajfun	Ametyst, Bryza, Fianna, Honorata, Milek	Finezja
C	–	–	Etiuda	–
Odmiany skrobiowe	Boryna, Jasia, Kuba, Rumpel, Skawa	Bzura, Cedron, Gandawa, Glada, Harpun, Hinga, Ikar, Inwestor, Jubilat, Kaszub, Kuras, Pasat, Pasja Pomorska, Pokusa, Rudawa	Szyper, Zuzanna	–

*9 – odporność najwyższa

Tabela 18. Odporność odmian na choroby przechowalnicze i ich przydatność do przechowywania wg skali 9-stopniowej* (wg Nowacki i wsp. 2017)

Odmiana	Porażenie chorobami przechowal- niczymi	Przechowy- walność	Odmiana	Porażenie chorobami przechowal- niczymi	Przechowy- walność**
1	2	3	4	5	6
Odmiany jadalne					
Denar	6	7	Ametyst	4	3
Ingrid	7	9	Asterix	8	8
Irys	6	6	Cekin	7	9
Justa	5	5	Ditta	6	9
Lord	6	8	Etiuda	5	6

Tabela 18. Cd.

1	2	3	4	5	6
Odmiany jadalne					
Riviera	5	8	Honorata	6	8
Viviana	6	8	Gawin	7	8
Altesse	7	9	Irga	3	2
Aruba	7	8	Jurata	7	9
Augusta	7	9	Jurek	6	8
Bellarosa	6	9	Laskara	6	9
Bila	7	8	Malaga	6	8
Bohun	9	9	Manitou	5	8
Carrera	6	9	Oberon	6	8
Etola	7	9	Sagitta	6	7
Gwiazda	8	9	Satina	7	8
Ignacy	5	8	Tajfun	6	8
Innovator	6	9	Victoria	6	8
Lady Claire	7	8	VR 808	7	9
Lady Rosetta		6	Bryza	4	2
Michalina	6	7	Eurostar	8	9
Owacja	7	9	Fianna	6	8
Vineta	7	9	Jelly	4	2
Almera	6	8	Mondeo	5	9
			Syrena	5	5
Odmiany skrobiowe					
Boryna	6	5	Ikar	2	1
Glada	8	7	Pasja Pomorska	2	1
Harpun	4	3	Bzura	5	3
Jubilat	7	7	Gandawa	5	4
Kaszub	6	5	Hinga	4	4
Kuba	6	7	Inwestor	6	5
Pasat	2	1	Jasia	6	8
Rumpel	2	1	Kuras	6	6
Zuzanna	6	7	Rudawa	5	6

*9 – odporność najwyższa, 1 – odporność najniższa

**suma strat w ciągu 6 miesięcy przechowywania (ubytki naturalne + porażenie chorobami przechowalniczymi + kielki)

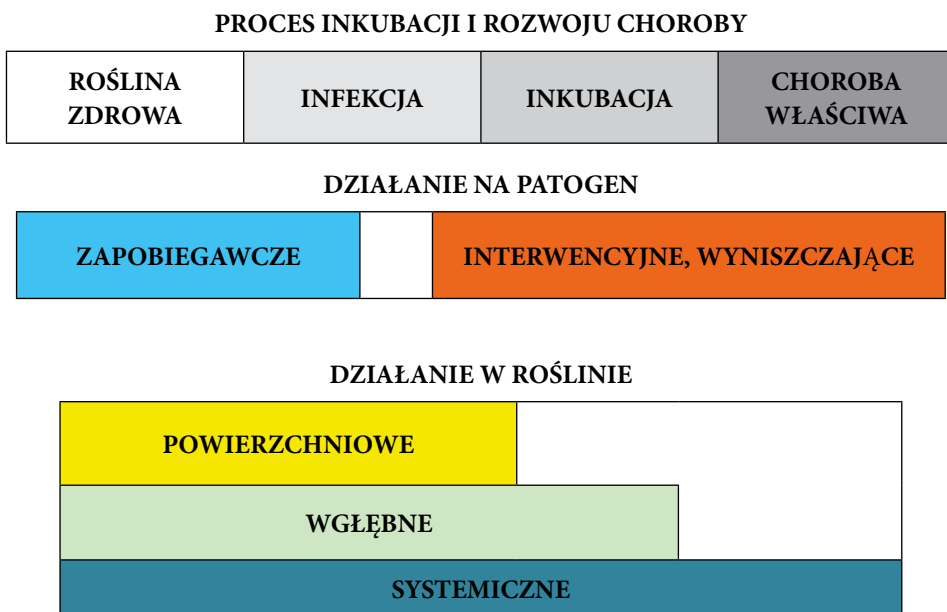
Chemiczne metody zapobiegania chorobom powodowanym przez grzyby i organizmy grzybobodobne

Użycie środków ochrony roślin winno być uzupełnieniem zastosowanych wcześniej metod niechemicznych. Należy podkreślić, że rozpoczynanie zabiegów ochronnych po wystąpieniu pierwszych objawów choroby nie zawsze jest efektywne i zazwyczaj nie daje możliwości zahamowania rozwoju sprawcy. Jest to szczególnie istotne w przypadku zarazy ziemniaka. Lepsze efekty zwalczania sprawcy zarazy ziemniaka gwarantuje rozpoczynanie zabiegów na plantacjach z odmianami wczesnymi w okresie, kiedy rośliny wchodzi w fazę zwierania się w rzędach, a na plantacjach z odmianami późniejszymi, gdy wystąpią objawy choroby na odmianach wczesnych. Takie zastosowanie ochrony pozwala na wykonanie zabiegów profilaktycznych, co umożliwia skuteczną ochronę ziemniaka przeciwko zarazie ziemniaka (Kapsa i wsp. 2014b). Najskuteczniejszym sposobem prowadzenia ochrony przeciwko tej chorobie jest zastosowanie systemów decyzyjnych (DSS – Decision Support System) (Wójtowicz 1999), które w oparciu o modele matematyczne, szacujące zagrożenie wystąpienia choroby na podstawie parametrów meteorologicznych, pozwalają wyznaczyć optymalne terminy stosowania chemicznych środków ochrony roślin. W Polsce najbardziej rozpowszechnionym jest system NegFry. Badania prowadzone w IOR – PIB oraz IHAR – PIB Oddział w Boninie wykazały, że ochrona z wykorzystaniem tego systemu pozwala bez ograniczenia jej skuteczności istotnie obniżyć liczbę zabiegów oraz ilość wprowadzanych do środowiska środków ochrony roślin (Wójtowicz 2003; Bernat i Osowski 2010).

Mniej problemów stwarza określenie terminu pierwszego zabiegu przy zwalczaniu sprawców alternariozy. Ochronę chemiczną w przypadku tej choroby rozpoczyna się po stwierdzeniu jej pierwszych objawów (Holm 2002). Gent i Schwartz (2003) zaobserwowali, że od momentu wystąpienia pierwszych objawów na najniższej położonych liściach do gwałtownego rozwoju choroby może upłynąć około 7 dni. Liczne badania prowadzone na świecie, a także w IHAR – PIB, Oddział w Boninie, wykazały, że sprawcy alternariozy – grzyby *A. solani* i *A. alternata* – występują w sezonie w różnym natężeniu, w zależności od warunków meteorologicznych (Gawińska-Urbanowicz 2015). Zmienne natężenie występowania sprawców choroby w sezonie wegetacyjnym wymaga od producentów stosowania środków ochrony roślin skutecznie zwalczających te patogeny. Badania Osowskiego (2000) i Kapsy (2009) wykazały, że do skutecznego ograniczania sprawców alternariozy wskazane jest stosowanie fungicydów zawierających w swoim składzie mankozeb, fluazynam, propineb, fluopikolid lub azoksystrobinę. Tak jak w przypadku zarazy ziemniaka, układając program ochrony przeciwko alternariozie wskazane jest uwzględnienie ocen wystawianych środkom ochrony roślin przez Euroblight oraz FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) (tab. 22). Ze względu na rosnące zainteresowanie ziemniakami mytymi i paczkowanymi większy nacisk kładzie się

na jakość bulw i podnosi znaczenie chorób skórki. Metody agrotechniczne i hodowlane nie są wystarczające do ich ograniczenia. Stąd dla skuteczniejszego zwalczania sprawców tych chorób stosuje się zaprawy (tab. 20). Przestrzeganie zasad określonych w IPM pozwoli producentom na pełne zabezpieczenie roślin i bulw ziemniaka przed patogenami i uzyskanie wysokich plonów, o wysokiej jakości.

Oprócz terminu rozpoczęcia zabiegów ochronnych skuteczność ochrony chemicznej zależy również od doboru środków ochrony roślin nie tylko z uwzględnieniem sposobu działania na sprawcę choroby, ale także zakresu ich mobilności w roślinie (rys. 4).



Rys. 4. Sposób działania fungicydów zarejestrowanych do zwalczania chorób ziemniaka

Definicja fungicydów

Ze względu na mobilność (przemieszczanie się w roślinie) fungicydy możemy podzielić na:

- **powierzchniowe** (kontaktowe) – nie wnikają w głąb chronionej rośliny. Powinny być aplikowane przed infekcją (profilaktycznie), aby nie dopuścić do jej zaistnienia;
- **wgłębne** (translaminarne) – o większej mobilności, mogą się przemieszczać na głębokość kilku warstw komórek, do 2–3 dni po infekcji mogą wykazywać działanie interwencyjne;
- **systemiczne** lub **układowe** – wnikają do różnych części rośliny, chronią nowe młode przyrosty.

Dużym ułatwieniem dla producentów będą opinie międzynarodowego grona specjalistów skupionych przy Euroblight (tab. 21), dotyczące sposobu działania fungicydów. Na podstawie ich oceny możemy wyróżnić następujące grupy fungicydów:

- zapobiegawcze = profilaktyczne – fungicyd obecny jest na powierzchni rośliny, a jego działanie polega na inaktywacji inokulum grzyba przed kiełkowaniem lub penetracją tkanek;
- lecznicze = interwencyjne – fungicyd działa aktywnie przeciwko patogenowi bezpośrednio po zakażeniu, ale zanim objawy choroby są widoczne;
- wyniszczające – fungicyd działa aktywnie na patogena wewnątrz widocznego uszkodzenia rośliny, chroniąc gospodarza przed dalszym rozwojem patogena.

Pojawiające się nowe rasy i genotypy sprawcy zarazy ziemniaka mogą powodować nie tylko przełamywanie odporności uprawianych odmian, ale także obniżać skuteczność działania substancji czynnych, zarejestrowanych do zwalczania tej choroby (Śliwka 2013). W celu uniknięcia niepożądanych skutków warto w planowaniu programów ochrony uwzględniać wyniki ocen ryzyka wystąpienia odporności patogenów na częstotliwość stosowania środków ochrony roślin publikowanych każdego roku przez FRAC (tab. 19). Rozsądne stosowanie środków z grupy podwyższonego ryzyka (średnie do wysokiego i wysokie) jest według Kapsy (2015) podstawowym elementem w strategii antyodpornościowej.

Tabela 19. Substancje czynne zarejestrowane do zwalczania patogenów ziemniaka, mechanizm działania i stopień ryzyka powstawania odporności (wg FRAC 2017)

Substancja czynna	Mechanizm działania	Ryzyko powstania odporności	Kod według FRAC
1	2	3	4
Azoksystrobina	C3 – zakłócanie procesu oddychania	wysokie	11
Ametoktradyna	C8 – inhibitor Kompleksu III, enzymu łańcucha oddychania	średnie do wysokiego	45
Bentiowalikarb	H5 – zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej	niskie do średniego	40
Benalaksyl-M	A1 – zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych	wysokie	4
Chlorotalonil	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 05
Cyjazofamid	C4 – zakłócanie procesu oddychania	średnie do wysokiego	21
Cymoksanil	U – mechanizm działania nieznan	niskie do średniego	27

Tabela 19. Cd.

1	2	3	4
Difenokonazol	G1 – zakłócanie biosyntezy steroli	średnie	3
Dimetomorf	H5 – zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej	niskie do średniego	40
Famoksat	C3 – zakłócanie procesu oddychania	wysokie	11
Fenamidon	C3 – zakłócanie procesu oddychania	wysokie	11
Fluazynam	C5 – zakłócanie procesu oddychania	niskie	29
Fluopikolid	B5 – zakłócanie mitozy i podziałów komórkowych	nieznane	43
Flutolanil	C2 – zakłócanie procesu oddychania	średnie do wysokiego	7
Folpet	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 04
Imazalil	G1 – zakłócanie procesu biosyntezy steroli	średnie	3
Mankozeb	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 03
Mandipropamid	H5 – zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej	niskie do średniego	40
Metiram	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 03
Metalaksyl	A1 – zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych	wysokie	4
Metalaksyl-M	A1 – zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych	wysokie	4
Pencykuron	B4 – zakłócanie podziałów komórkowych	nieznane	20
Piraklostrobina	C3 – zakłócanie procesu oddychania	wysokie	11
Propamokarb-HCl	F4 – zakłócanie syntezy lipidów	niskie do średniego	28
Propineb	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 03
Protiokonazol	G1 – zakłócanie procesu biosyntezy steroli	średnie	3
Valifenalat	H5 – zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej	niskie do średniego	40
Zoksamid	B3 – działanie w procesie mitozy	niskie do średniego	23
Związki miedzi	M – wielokierunkowe działanie kontaktowe	niskie	M 01

Tabela 20. Fungicydy zarejestrowane do jesiennego i wiosennego zaprawiania bulw ziemniaka (wg MRiRW, październik 2017)

Nazwa handlowa	Substancja czynna	Zwalczane choroby, szkodniki	Dawka środka	Dawka wody	Sposób aplikacji
Agristar 250 SC, Amistar 250 SC, Ascom 250 SC, Astar 250 SC, Azoksystrobi 250 SC, Azoxan 250 SC, Aztek 250 SC, Azyl 250 SC, Demeter 250 SC, Dobromir Top 250 SC, Erazet, Korazzo 250 SC, Mirador 250 SC, Rezat 250 SC, Tazer 250 SC, Tiger 250 SC	azoksystrobina	rizoktonioza	2,0-3,0 l/ha	100-300 l/ha	oprysk pasowy gleby; unikać bezpośredniego opryskiwania bulw, aby nie doprowadzić do opóźnienia kiełkowania i wschodów
Fungazil 100 SL	imazalil	parch srebrzysty, sucha zgnilizna, fomoza (gangrena)	15 ml/100 kg	100-200 ml/100 kg	5-10 dni po zbiorze za pomocą urządzeń ULV montowanych na stole selekcyjnym lub taśmociągach
Monceren 250 FS, Pencykur 250 FS	pencykuron	rizoktonioza	60 ml/100 kg		stosować przed lub w trakcie sadzenia za pomocą urządzeń montowanych na podajniku taśmowym lub rolkowym; w trakcie sadzenia za pomocą zaprawiarek montowanych na sadzarce
Monceren Pro 258 FS	pencykuron + protiokonazol	rizoktonioza	60 ml/100 kg	1,5 l/100 kg	stosować przed lub w trakcie sadzenia za pomocą urządzeń montowanych na podajniku taśmowym lub rolkowym; w trakcie sadzenia za pomocą zaprawiarek montowanych na sadzarce; nie zaprawiać bulw krojonych i podkiełkowanych
		parch srebrzysty	80 ml/100 kg		

Tabela 20. Cd.

Prestige Forte 370 FS	pencukuron + imidachlopyryd	rizoktonioza, stonka ziem- niaczana, dru- townce, pędraki	60 ml/100 kg	2,0 l/100 kg	stosować w trakcie sadzenia za pomocą profesjonalnych zaprawiarek montowa- nych na sadzarce; nie zaprawiać bulw kro- jonych, uszkodzonych i chorych
Moncut 460 SC, Major 460 SC	flutolanil	rizoktonioza	200 ml/1000kg	2,0 l/1000 kg	stosować na krótko przed sadzeniem lub w trakcie za pomocą urządzeń przeznaczo- nych do nanoszenia zapraw na taśmocią- gach lub wewnątrz sadzarki; nie zaprawiać bulw podkiełkowanych

Tabela 21. Skuteczność ochrony i sposób działania substancji czynnych zarejestrowanych do zwalczania zarazy ziemniaka (wg Euroblight 2017)

Substancja czynna	Nazwa handlowa fungicydu	Skuteczność ochrony				Sposób działania			Zmywalność
		liście*	bulwy	nowe przrosty	łodygi	profilak- tyczne**	lecnicze	antyspo- rulacyjne	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FUNGICYDY O DZIAŁANIU KONTAKTOWYM (POWIERZCHNIOWYM)									
Miedź	Funguran-OH 50 WP, Funguran A-Plus NEW 50 WP, Funguran Forte NEW 50 WP, Copper Max NEW 50 WP, Cuproxat 345 SC, Triosiar 345 SC	-	-	-	+	+(+)	0	0	+
Ditiokarbaminiany (mankozeb, maneb, propineb)	Dithane NeoTec 75 WG, Indofil 75 WG, Manfil 75 WG, Vondozeb 75 WG, Penncozeb 80 WP, Indofil 80 WP, Manfil 80 WP, Sancozeb 80 WP, Polyram 70 WG, Manco 80 WP, Antracol 70 WG	2,0	0,0	-	+	++	0	0	+(+)

Tabela 21. Fungicydy zarejestrowane do jesiennego i wiosennego zaprawiania bulw ziemniaka (wg MRiRW, październik 2017 r.) – cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FUNGICYDY O DZIAŁANIU KONTAKTOWYM (POWIERZCHNIOWYM)									
Chlorotalonil	Banko 500 SC, Chron 500 SC, Dove 500 SC, Guliver 500 SC, Gwarant 500 SC, Talonil 500 SC	-	-	-	(+)	++	0	0	++(+)
Cyjazofamid	Ranman 400 SC Twinpack, Ranman Top 160 SC	3,8	3,8	++	+	+++	0	0	+++
Fluazinam	Altima 500 SC, Alta 500 SC, Banjo 500 SC, Frowncide, Jetlan 500 SC, Stefes Fluazinam 500 SC, Ohayo, Nando 500 SC, Tamazynam 500 SC, Winby, Zignal 500 SC	2,9	-	-	+	+++	0	0	++(+)
Ametotradyna + mankozeb	Zampro 56 WG	3,7	-	-		++(+)	0	0	+++
FUNGICYDY O DZIAŁANIU WGLĘBNYM I WGLĘBNO-POWIERZCHNIOWYM									
Famoksat + cymoksanil	Tanos 50 WG, Twist 50 WG, Tristan 50 WG	-	-	-	+(+)	++	++	+	++(+)
Mandipropamid	Revus 250 SC	4,0	-	++	+(+)	+++	+	+(+)	+++
Mandipropamid + difenokonazol	Carial Star 500 SC, Vima Mandikonazol	4,0	-	++	+(+)	+++	+	+(+)	+++
Mandipropamid + cymoksanil	Carial Flex	4,4	-	++	+(+)	+++	++	+(+)	+++
Bentiawalikarb + mankozeb	Valbon 72 WG	3,7	-		+(+)	+++	+(+)	+	++(+)

Tabela 21. Cd.

Cymoksanil + mankozeb	Curzate Top 72,5 WG, Palmas WP, Video 695 WP, Inter Optimum 72,5 WP, Ekonom Duo 72,5 WP, Ekonom MC 72,5 WP, Proflux 72,5 WP, Indomate 725 WP, Moximate 725 WG, Kursor 725 WG, Solace M 72,5 WG, Nautile 730 WG, Micexanil 76 WP	-	-	-	+(+)	++	++	+	++
Cymoksanil + miedź	Curzate C Extra 31 WG	-	-	-	+(+)	++	++	+	++
Dimetomorf + mankozeb	Acrobat MZ 69 WG, Elektra MZ WG, Delphin 69 WG, Soter, Quantum MZ 690 WG	3,0			+(+)	++(+)	+	++	++(+)
Dimetomorf + fluazinam	Banjio Forte 400 SC	3,7	3,3	+	+	++(+)	+	++	++(+)
FUNGICYDY O DZIAŁANIU UKŁADOWO-POWIERZCHNIOWYM, UKŁADOWO-WGŁĘPNYM I UKŁADOWO-POWIERZCHNIOWYM									
Benalaksyl-M + mankozeb	Fantic M WP	3,0	-	++	++	++(+)	++(+)	++(+)	+++
Metalaksyl-M + mankozeb	Crocodil MZ 67,8 WG, Ridomil Gold MZ Pepite 67,8 WG, Rubikon 67,8 WG	-	-	++	++	++(+)	++(+)	++(+)	+++
Propamokarb + cymoksanil	Axidol; Proxanil	-	-	-	-	+(+)	++(+)	++(+)	-
Propamokarb + fenamidon	Pyton Consento 450 SC	2,5	-	+(+)	++	++(+)	++	++	+++
Propamokarb + fluopikolid	Infinito 687,5 SC	3,8	3,9	++	++	+++	++	++(+)	+++

*skala dla liści 2 do 5 (2 = najmniejszy efekt, 5 = najwyższa skuteczność); skala dla bulw 0 do 5 (0 = brak skuteczności, 5 = pełna kontrola)

**0 = brak efektu; „+” = średni efekt; „++” = dobry efekt; „+++” = bardzo dobry efekt; „-” = brak danych; „0(+)” = brak efektu do słabego; „++(+)” = efekt dobry do bardzo dobrego;

Tabela 22. Skuteczność zwalczania grzybów z rodzaju *Alternaria* i ryzyko powstania odporności (wg Euroblight 2017 i FRAC 2017)

Substancja czynna	Nazwa handlowa	Skuteczność zwalczania wg Euroblight*	Ryzyko powstawania odporności**
Azoksystrobina	Amistar 250 SC, Ascom 250 SC, Atol 250 SC, Alos 250 SC, Astar 250 SC, Aztek 250 SC, Ayl 250 SC, Azoksystrobi 250 SC, Erazet, Demeter 250 SC, Dobromir Top 250 SC, Korazzo 250 SC, Mirador 250 SC, Rezat 250 SC, Tazer 250 SC, Tiger 250 SC, Azoxan 250 SC	+++(+)	wysokie
Fluazinam	Altima 500 SC, Alta 500 SC, Banjo 500 SC, Frowncide, Jetlan 500 SC, Stefes Fluazinam 500 SC, Ohayo, Nando 500 SC, Tamazynam 500 SC, Winby, Zignal 500 SC	(+)	niskie
Mankozeb/metiram	Dithane Neo Tec 75 WG, Indofil 75 WG, Manfil 75 WG, Vondozeb 75 WG, Penncozeb 80 WP, Indofil 80 WP, Manfil 80 WP, Sancozeb 80 WP, Polyram 70 WG, Manco 80 WP	++	niskie
Propineb	Antracol 70 WG	++	niskie
Famoksat + cymoksanil	Tanos 50 WG, Twist 50 WG, Tristan 50 WG	++	wysokie
Fenamidon + propamokarb	Pyton Consentio 450 SC	++	wysokie

Tabela 22. Cd.

Difenokonazol+ mandipropamid	Carial Star 500 SC, Vima Mandikonazol	+++	średnie
Difenokonazol	Narita 250 EC, Kix 250 EC	+++	średnie

* „+++++” = efekt bardzo dobry; „+++” = efekt dobry; „++” = efekt zadowalający; „+” = efekt słaby; 0 = brak efektu

** wg FRAC Code List 2017

6.2. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez wirusy

6.2.1. Najważniejsze choroby powodowane przez wirusy

Choroby wirusowe należą do najważniejszych chorób w uprawie ziemniaka, który z uwagi na wegetatywny sposób rozmnażania jest szczególnie podatny na ich akumulację. Fakt ten ma ogromne znaczenie w produkcji nasiennej. W przypadku sadzeniaków duże znaczenie ekonomiczne mają: wirus Y ziemniaka (*Potato virus Y*, PVY), wirus M ziemniaka (*Potato virus M*, PVM) i wirus liściozwoju (*Potato leaf roll virus*, PLRV). Mniejsze znaczenie mają wirusy S, X i A ziemniaka (PVS, PVX i PVA). Produkcja nasenna, ze względu na zachowanie odpowiedniej jakości sadzeniaków, podlega szczegółowym regulacjom prawnym. Od lat sadzeniaki podlegają obowiązkowej kontroli na trzy wirusy: PVY, PVM i PLRV. W roku 2015 do listy tej dopisano trzy kolejne wirusy: PVS, PVX i PVA (Treder 2015).

Tempo porażenia roślin przez wirusy ma ogromne znaczenie w epidemiologii chorób wirusowych, a także istotnie wpływa na rozmiar szkód przez nie powodowanych. Zdecydowanie łatwiej zakażeniu ulegają młode rośliny, a ponadto, im młodsze rośliny ulegną zakażeniu, tym większe obserwuje się nasilenie choroby i w rezultacie większe straty. Wirusy porażające rośliny systemicznie, z miejsca zakażenia przemieszczają się do wiązek przewodzących, a następnie zajmują całą roślinę. W następstwie zakażenia rośliny przez wirusy zaburzeniu ulega jej metabolizm. Chora roślina wytwarza kwas nukleinowy i białko wirusowe, z których tworzą się nowe cząstki wirusa. Zaburzenia spowodowane przez wirusy można obserwować na roślinach w postaci lokalnych bądź systemicznych zmian chorobowych, takich jak: przebarwienia liści, mozaiki, nekrozy, zniekształcenia, staśmienia, aż do całkowitego zamierania roślin. Wystąpienie objawów lokalnych oraz brak objawów systemicznych na zainfekowanej roślinie może świadczyć o jej odporności na danego wirusa i ograniczeniu jego rozprzestrzeniania się w roślinie. Objawy systemiczne są zwykle przyczyną większych strat w plonach ze względu na m.in.: słabszy wzrost roślin, zaburzenie kwitnienia czy wiązania owoców.

Obecnie spośród wirusów występujących w Polsce w uprawie ziemniaka najbardziej szkodliwy jest wirus Y ziemniaka (*Potato virus Y*, PVY), z rodziny Potyviridae, rodzaj *Potyvirus* (Kowalska-Noordam 1989; Wróbel i Wąsik 2013), powodujący chorobę zwaną smugowatością ziemniaka. Badania prowadzone zarówno w Polsce, jak i na świecie pokazują, że wirus występuje wszędzie tam, gdzie uprawiane są ziemniaki (Gabriel 1989), przy czym ze względu na warunki klimatyczne rzadziej występuje na północy i południu kraju. Zwykle nasilone występowanie PVY powiązane jest z obecnością mszyc, które są wektorami wirusa.

Wirus ten, w zależności od izolatu, powoduje zróżnicowane objawy chorobowe: od łagodnych symptomów poprzez silne mozaiki czy pofałdowania blaszek liściowych aż po ich zwijanie się pod spód. Porażone liście ulegają deformacji, a na starszych liściach można zaobserwować brunatnienie nerwów i występowanie plam. Brunatne smugi obserwuje się również na ogonkach porażonych liści oraz na łodygach (od tych objawów pochodzi nazwa choroby – smugowatość). W trakcie wegetacji obserwuje się zamieranie starszych, a później również młodszych liści; może również dochodzić do zamierania pędów. Szczep nekrotyczny (PVY^N) powoduje zazwyczaj mozaikę lub brunatnienie nerwów, które widoczne jest tylko na spodniej stronie blaszki liściowej. Na porażonych bulwach, jedynie w przypadku szczepu PVY^{NTN}, występują koncentryczne, lekko wgłębione pierścienie.

Wirus smugowatości zaliczany jest do wirusów degradacyjnych, co oznacza, że w roślinach rozmnażanych wegetatywnie występuje co roku, a objawy i straty przez niego powodowane z każdym rokiem się nasilają, prowadząc w efekcie do całkowitego zniszczenia roślin, na co wskazują badania naukowe prowadzone pod koniec XX wieku.

Wyróżnia się trzy główne szczepy wirusa PVY: PVY⁰, PVY^N i PVY^C, oraz liczne rekombinanty między nimi: PVY^{NTN}, PVY^Z, PVY^E, PVY^{NWi}, PVY^{NN242} oraz PVY^{NWi-P}. Dotychczas najbardziej pospolity jest PVY⁰. Najrzadziej spotykany jest PVY^C, co może być spowodowane utratą przez ten szczep zdolności do przenoszenia przez wektory, jakimi są mszyce (głównie *Myzus persicae*), w sposób nietrwały – na kłujce. Wirus przenoszony jest również w sposób mechaniczny, w trakcie zabiegów pielęgnacyjnych, zarówno wewnątrz danej uprawy, jak i między uprawami sąsiadującymi, a także na uprawy pomidora. Głównym źródłem wirusów ziemniaka są zakażone sadzeniaki, a rzadziej chwasty wieloletnie rosnące w pobliżu pól (Thresh 1981; Kaczmarek 1985). Porażone chwasty mogą pełnić funkcję naturalnego rezerwuaru wirusa i stanowić źródło infekcji pierwotnej. PVY wywołuje również choroby tytoniu (Chrzanowska i Doroszevska 1997) oraz papryki i pomidora (Kryczyński i Brudzińska 1986; Pospieszny i wsp. 2009).

Szeroko rozpowszechniony, zarówno w Polsce, jak i na świecie, jest wirus S ziemniaka (*Potato virus S*, PVS). Jeden z jego szczepów – PVS^A (andyjski) – znajduje się na liście organizmów kwarantannowych w Unii Europejskiej. W Polsce występuje tylko szczep tzw. „zwykły” – PVS⁰. Chociaż występuje powszechnie, wirus ten nie ma w Polsce znaczenia ekonomicznego, ani w nasiennictwie, ani w produkcji ziemniaków. Potencjalne spadki plonów nie przekraczają 8%. Nie prowadzi się również badań odporności odmian ziemniaka pod kątem ograniczenia występowania PVS. Podobnie jak w przypadku PVY głównym źródłem infekcji są porażone sadzeniaki. PVS przenosi się zarówno przez mechaniczne uszkodzenia, jak i przez wektory (Wróbel i Wąsik 2016).

Badania prowadzone w USA wykazały, że ziemniaki porażone PVS są znacznie podatniejsze na infekcje przez *Phytophthora infestans*, a także, że występowanie PVS w infekcji mieszanej z PVY, PVA i PVX powoduje nasilenie objawów chorobowych na roślinach.

Kolejną, ale już nie tak groźną chorobą, jest wirus liściozwoju ziemniaka (*Potato leafroll virus*) należący do rodziny Luteoviridae i rodzaju *Polerovirus*. Wirus ten pojawia się w wielu rejonach Polski Zachodniej, gdzie jest uważany za jedną z groźniejszych chorób wirusowych ziemniaka, powodując tzw. degenerację. Nasilone wystąpienie choroby może powodować straty w plonie bulw do 90% (Kowalska-Noordam 1989). Rozwojowi liściozwoju ziemniaka sprzyja uprawa odmian podatnych na zawirusowanie, sąsiedztwo zawirusowanych plantacji, a także liczne wystąpienia mszycy brzoskwiowej.

W pierwszym roku objawy infekcji są najłagodniejsze – listki zwijają się brzegami ku górze lub składają wzdłuż nerwu głównego, a następnie stają się skórzaste, sztywne i łamliwe przy ich delikatnym zgniataniu wydają charakterystyczny chrzęst. Powodem posztywnienia liści są zatyczki kalozowe, które tworzą się w wiązkach przewodzących liści i łodyg oraz zamieranie fragmentów rurek sitowych, co utrudnia odpływ asymilatów z części nadziemnych do bulw. W efekcie następuje gromadzenie się skrobi w liściach, która powoduje ich sztywność. Na młodych liściach można również zaobserwować charakterystyczną zmianę ich wybarwienia i pokroju – liście są jasnozielone, a cała roślina ma miotłasty pokrój. Na skutek nadmiernego gromadzenia się antocyjanów, dolna strona blaszki liściowej może być fioletowa. Natomiast nekrozy widoczne na przekroju ogonków liściowych i łodyg powodują słabsze rozprzestrzenianie się w porażonej roślinie wody wraz ze składnikami pokarmowymi. Zdecydowanie bardziej widoczne są objawy na roślinach, które wyrosły z zainfekowanych bulw. Na bulwach chorych roślin objawy nie są widoczne. Bulwy są jedynie mniejsze i zazwyczaj jest ich mniej niż u roślin zdrowych.

Głównym źródłem wirusów ziemniaka są zakażone sadzeniaki. Natomiast w sezonie wegetacyjnym wirus rozprzestrzeniany jest przez uskrzydłone i bezskrzydłe mszyce *Myzus persicae* oraz w małym stopniu przez uskrzydłone mszyce *Aphis nasturii*. *Myzus persicae* zimuje na brzoskwini, kolcowoju szlachetnym oraz na roślinach uprawianych pod osłonami (szklarnie, tunele foliowe). Wirus nie przenosi się w sposób mechaniczny.

Podobną szkodliwość wykazuje należący do rodzaju *Carlavirus* i rodziny *Betaflexiviridae* wirus M ziemniaka (*Potato virus M*). Pojawia się on w wielu rejonach uprawy ziemniaka, przy czym najczęściej był stwierdzany w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Straty w plonie powodowane przez PVM sięgają do 10%.

Objawy chorobowe na roślinie są bardzo łagodne i mają postać zwijających się ku górze blaszek liściowych, ale często są wręcz niezauważalne. Podobnie jak

w przypadku liściozwoju, objawy mogą być wyraźniejsze wówczas, gdy roślina wyrosła z zakażonego materiału rozmnożeniowego. PMV rozprzestrzeniany jest na drodze mechanicznej pomiędzy roślinami na plantacji, jak i pomiędzy sąsiadującymi uprawami ziemniaka, a także z materiałem rozmnożeniowym i przez mszyce.

W ostatnich latach znaczenia nabiera również *Tobacco rattle virus* (TRV), przenoszony przez nicienie.

6.2.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez wirusy

Ze względu na brak chemicznej ochrony roślin przed wirusami, należy podejmować wszelkie działania ograniczające występowanie wirusów na plantacji oraz rozprzestrzenianie się wirusów pomiędzy roślinami na danym polu, a także pomiędzy sąsiadującymi uprawami. Pierwszym elementem szeroko pojętej profilaktyki jest dobór odpowiednich odmian odpornych na wirusy, a także używanie do rozmnażania wegetatywnego materiału wolnego od wirusów. Dane dotyczące odporności poszczególnych odmian na choroby wirusowe są aktualizowane przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB. Dzięki uzyskaniu odmian o wysokiej odporności na wirusa X ziemniaka, przestał on być problemem w uprawach na całym świecie.

W ochronie ziemniaka przed wirusami skuteczne może okazać się również wysadzanie podkiełkowanych bulw, a także, w miarę możliwości, wcześnie ich sadzenie. Dzięki temu w momencie nalotu mszyc rośliny mogą być bardziej odporne na zakażenie wirusami. Podobnie warto zachować izolację przestrzenną pomiędzy plantacjami oraz wykorzystywać pod uprawę pola oddzielone innymi uprawami albo np. lasami czy łąkami. Dzięki temu trudniejsze jest rozprzestrzenianie się wirusów pomiędzy uprawami. Zaleca się również stosowanie, w miarę możliwości, selekcji negatywnej, polegającej na usuwaniu poza plantację i niszczeniu roślin chorych wraz z bulwami potomnymi i matecznymi. Zabieg ten należy wykonać jeszcze przed pierwszymi nalotami mszyc.

Wskazane jest unikanie sąsiedztwa upraw ziemniaka z plantacjami o niższym stopniu kwalifikacji. Zaleca się również w miarę możliwości wcześnie chemiczne niszczenie naci w trakcie letnich nalotów mszyc, dzięki czemu ogranicza się zakażenie bulw potomnych. Kolejnym sposobem może być również zbiór bulw zaraz po dojrzeniu. Zaleca się również ochronę plantacji przed stonką ziemniaczaną, zarazą ziemniaka, a także innymi niekorzystnymi czynnikami powodującymi z jednej strony uszkodzenia roślin, a z drugiej umożliwiającymi wnikanie wirusa i jego rozprzestrzenianie się w roślinie. W gospodarstwie, w którym sadzeniaki reprodukowane są we własnym zakresie, zaleca się wymieniać je na zdrowe, czyli kwalifikowane co 2 do 5 lat.

6.3. Ograniczanie sprawców chorób powodowanych przez bakterie

6.3.1. Najważniejsze choroby powodowane przez bakterie i fitoplazmy

Bakterioza pierścieniowa ziemniaka

Czynnikiem powodującym wystąpienie objawów bakteriozy pierścieniowej są bakterie *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (Cms), które w warunkach naturalnych porażają przede wszystkim rośliny ziemniaka (*S. tuberosum*) lub pomidora (*Lycopersicon esculentum*) (Vaerenbergh i wsp. 2016). Cms nie przeżywa zimy w glebie, lecz przy niskiej temperaturze i wilgotności otoczenia może przetrwać i zachować patogeniczność na resztkach pożywnych i samosiewach rosnących w polu, a także na sprzęcie rolniczym, częściach maszyn, środkach transportu, workach i ścianach przechowalni, a nawet na butach i odzieży – na wszystkich powierzchniach, które miały kontakt z zainfekowanym materiałem roślinnym (Nelson 1984). Bakterie są przenoszone z zakażonymi sadzoniakami – jest to główny sposób rozprzestrzeniania się Cms na dużą odległość. Bakterie mogą być również przenoszone przez owady (mszyce, stonkę ziemniaczaną) oraz wodę. Jednak do infekcji wtórnej na polu dochodzi rzadko. Do przenoszenia się bakterii może dojść także w wyniku kontaktu bulw porażonych ze zdrowymi (zwłaszcza gdy bulwy kiełkują, co sprzyja uszkodzeniu powierzchni ziemniaków) (OEPP/EPPO 2006) (EPPO/CABI 1997).

Bakterioza pierścieniowa najczęściej przyjmuje formę latentną (bezobjawową), a rzadko pojawiające się objawy choroby często są mylone ze zmianami chorobowymi powodowanymi przez inne czynniki lub są trudne do uchwycenia (Franc 1999). Objawy choroby na porażonych roślinach na polu możemy spotykać sporadycznie, zwykle pod koniec sezonu wegetacyjnego. Charakterystycznym symptomem bakteriozy pierścieniowej na pędach nadziemnych ziemniaka jest jednostronne zwijanie się i więdnienie liści, które stopniowo zmieniają barwę i w końcu stają się brunatne i nekrotyczne. Rozwojowi objawów choroby sprzyja sucha i upalna pogoda, która powoduje szybsze więdnienie i zasychanie pędów. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* w roślinie przemieszcza się systemem naczyniowym, aby w końcu wnikać do dojrzewających bulw potomnych. Porażone bulwy trafiają do przechowalni, gdzie następuje dalsza inkubacja bakterii skutkująca pojawieniem się liczniejszych niż na polu objawów choroby. Po przekrojeniu porażonej bulwy w miejscu wiązek przewodzących pojawiają się początkowo jasne, z biegiem czasu ciemniejące przebarwienia (pierścień, od którego nadano nazwę chorobie). Z czasem wiązki przewodzące i ich okolice stają się miękkie (po ściśnięciu bulwy wydostaje się z nich śluz

bakteryjny z resztkami tkanki miększej ziemniaka) (OEPP/EPPO 2006; EPPO/CABI 1997). W wyjątkowo sprzyjających dla rozwoju choroby warunkach (np. w wyższej temperaturze otoczenia) skórka bulw staje się popękana, co może sprzyjać infekcji wtórnej np. bakteriami powodującymi mokrą zgniliznę.

Brunatna zgnilizna ziemniaka (śluzak)

Bakterie *Ralstonia solanacearum* (Rs) atakują prawie 200 gatunków roślin należących do 33 różnych rodzin. Najwięcej roślin żywicielskich dla bakterii *R. solanacearum* należy do rodziny Solanaceae, choć wśród podatnych na te bakterie roślin są zarówno jedno-, jak i dwuliścienne (Bradbury 1986). Nazwy chorób powodowanych przez *R. solanacearum* różnią się w zależności od gatunku gospodarza – na ziemniakach nazywamy ją brunatną zgnilizną lub śluzakiem.

Ralstonia solanacearum można podzielić na rasy i biowary w oparciu o różne zakresy gospodarzy, właściwości biochemiczne, podatność na wirusy infekujące bakterie (fagi) oraz reakcje serologiczne. Rasa 1 i 2 atakuje wiele gatunków roślin tropikalnych lub uprawianych pod osłonami, takich jak rośliny ozdobne. Do rozwoju wymaga temperatury wynoszącej około 35°C. W Europie występuje głównie rasa 3, która spotykana jest zarówno w rejonach tropikalnych i subtropikalnych, jak i w klimacie umiarkowanym, gdzie atakuje ziemniaka, pomidora, pelargonię, oberżynę, paprykę, a także chwasty: psiankę czarną czy psiankę słodkogórz. Rasa ta dla swego optymalnego rozwoju wymaga temperatury otoczenia około 27°C i jest to zwykle biowar 2A (Cellier i Prior 2010).

Bakterie przeżywają przede wszystkim na roślinach żywicielskich – czyli na różnych gatunkach roślin uprawnych i chwastów, a także w glebie. Mogą przenosić się z zainfekowanymi sadzienkami, zanieczyszczoną glebą i wodą (np. używaną do nawadniania pola) (IPPC 2010). Źródłem *R. solanacearum* może być zanieczyszczony sprzęt, narzędzia ogrodnicze, obuwie i odzież.

Objawy wywołane przez *R. solanacearum* na ziemniaku to gwałtowne więdnienie liści oraz łodyg od podstawy w kierunku wierzchołka. W późniejszym stadium rozwoju choroby następuje żółknięcie, brązowienie i zamieranie całych roślin. Inną charakterystyczną cechą brunatnej zgnilizny jest wpływ śluzu bakteryjnego z wiązek przewodzących w przekroju poprzecznym łodygi ziemniaka. Na porażonych bulwach pojawiają się wycieki śluzu bakteryjnego z oczek oraz stolonów oraz czerwonawobrzowe zmiany na skórcie. Po przecięciu porażonej bulwy ziemniaka widoczne są żółtobrzowe, nekrotyczne wiązki przewodzące, z których po upływie kilku minut może dojść do samoistnego wycieku śluzu. W ostatnim stadium choroby bulwy gniją i obumierają. Infekcja może zachodzić bezobjawowo (latentnie), gdy warunki otoczenia nie są sprzyjające dla rozwoju patogena, odmiany ziemniaków

wykazują pewną odporność lub szczep charakteryzuje się niską wirulencją (OEPP/EPPO 2011).

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa informuje, że w Polsce bakterie wykryto po raz pierwszy w 2014 roku, na ziemniakach odmiany Lady Claire. Od tego czasu Rs wykryto w trzech gospodarstwach zlokalizowanych w różnych województwach (opolskim, mazowieckim i dolnośląskim). Pomiedzy tymi gospodarstwami nie ma żadnych innych powiązań produkcyjnych, poza tym, że porażenie dotyczyło partii powiązanych klonalnie (PIORIN 2015).

Czarna nóżka i mokra zgnilizna ziemniaka – choroby powodowane przez bakterie pektynolityczne: *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Dickeya dianthicola* i *D. solani*

Wśród patogenów bakteryjnych powodujących straty plonów ziemniaka kluczowe znaczenie mają bakterie pektynolityczne, uprzednio klasyfikowane do rodzaju *Erwinia*, a obecnie zaliczane do rodzajów *Dickeya* i *Pectobacterium*. Bakterie pektynolityczne wywołują na ziemniaku choroby zwane czarną nóżką i mokrą zgnilizną, a na warzywach i roślinach ozdobnych tylko mokrą zgniliznę. Za sprawcę choroby zwanej czarną nóżką uważane są obecnie bakterie z gatunku *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Dickeya dianthicola* i *D. solani* (Toth i wsp. 2011; Łojkowska i wsp. 2013). Według innych danych sprawcą czarnej nóżki są bakterie *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* porażające naziemne części rośliny, a mokrej zgnilizny *P. atrosepticum* – porażające bulwy ziemniaka (Gawińska-Urbanowicz 2007). Uważa się też, że efektem występowania czarnej nóżki na roślinach jest mokra zgnilizna bulw.

Bakterie wywołujące czarną nóżkę i mokrą zgniliznę ziemniaka to Gram-ujemne pałeczki, niewytwarzające przetrwalników, preferujące warunki beztlenowe (Chipo i Dakarai 2013). Występują powszechnie w różnych rodzajach gleb, przeżywają wiele lat, szczególnie w pozostałościach roślin i w wodzie. Najważniejszym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi czarnej nóżki i mokrej zgnilizny ziemniaka jest podwyższona przez dłuższy czas wilgotność gleby (np. na skutek opadów), stwarzająca warunki beztlenowe oraz ułatwiająca namnażanie bakterii (Pérombelon i wsp. 1989).

Infekcja wywoływana przez bakterie rodzajów *Pectobacterium* i *Dickeya* prowadzi zwykle do rozległej maceracji i gnicia tkanek parenchymatycznych zainfekowanych organów, co wynika z dużej ilości produkcji proteaz i enzymów pektynolitycznych, takich jak pektynazy, ksylanazy proteazy, celulazy (Kotoujansky 1987; Pitman i wsp. 2008).

Pectobacterium i *Dickeya* spp. mają szeroki zakres roślin gospodarzy, izolowane były z wielu gatunków roślin (Ma i wsp. 2007). Wyjątkiem w tej grupie są bakterie *P. atrosepticum*, porażające tylko ziemniaki (Gardan i wsp. 2003). Optymalna temperatura dla rozwoju *P. carotovorum* ssp. *carotovorum* to 25–28°C,

dla *P. atrosepticum* 15–24°C, dla *D. solani* 39–41°C, ale ostatnia z wymienionych bakterii wywołuje objawy chorobowe już powyżej 25°C (du Raan i wsp. 2016).

Objawy chorobowe

Typowym objawem czarnej nóżki jest czernienie i gnicie podstawy łodygi (przy zgnieceniu łodygi wydziela się charakterystyczny cuchnący zapach). Chore rośliny są mniejsze, ich liście żółkną, zwijają się wzdłuż głównego nerwu i więdną. Rośliny są na ogół słabo ukorzenione i można je łatwo wyciągnąć z gleby. W konsekwencji obumierają, nie dając plonu i stanowiąc źródło bakterii na plantacji.

Mokra zgnilizna jest chorobą bulw, na powierzchni których tworzą się ciemno-brunatne plamy. Miąższ ulega stopniowemu rozkładowi, a skórka pozostaje nienaruszona. Po przerwaniu skórki (np. na skutek ucisku) bulwa ulega rozpadowi, a na zewnątrz wydostaje się cuchnąca masa rozłożonego miąższu. Choroba powoduje straty, głównie podczas przechowywania. Nawet jej niewielkie ognisko może przyczynić się do zakażenia bulw sąsiednich. Dodatkowo infekcji sprzyjają uszkodzenia mechaniczne, powstałe w czasie zbioru, a także działalność innych patogenów wywołujących choroby, np. zaraza ziemniaka, sucha zgnilizna, parch zwykły.

Źródło choroby

Źródłem pierwszych zakażeń i najczęściej główną przyczyną występowania choroby w polu, w początkowym okresie wzrostu roślin, są zainfekowane sadzeniaki. Późniejsze infekcje następują przez chore rośliny znajdujące się na plantacji, pozostawione na polu po wykonanej selekcji, jak również bakterie, które mogą być przenoszone przez wiatr, owady oraz z kroplami deszczu. Choroba pojawia się w większym nasileniu w latach o dużej ilości opadów, na glebach cięższych, bardziej wilgotnych.

Występowanie i szkodliwość

Patogeny będące przyczyną czarnej nóżki i mokrej zgnilizny ziemniaka występują powszechnie i powodują większe straty w produkcji warzyw niż jakakolwiek inna bakteria (Bhat i wsp. 2010). W Polsce bakterie z rodzaju *Dickeya* wykryto na plantacjach ziemniaka po raz pierwszy w roku 2005. Badanie to zostało przeprowadzone w ZOBR MWB UG i GUMed. Od roku 2009 bakterie z rodzaju *Dickeya* wykrywa się na plantacjach sadzeniaków ziemniaka w Polsce corocznie, ale z różną częstotliwością, w dużym stopniu zależną od średnich temperatur powietrza w okresie letnim (Łojkowska i wsp. 2013).

Stołbur – choroba fitoplazmatyczna ziemniaka

Zakres gospodarzy

Fitoplazma stołbur (ang. potato stolbur phytoplasma) infekuje rośliny z rodziny Solanaceae (45 gatunków), spośród których największe znaczenie ekonomiczne

mają: ziemniak (*S. tuberosum* L.), pomidor (*S. lycopersicum* Mill.), pieprz (*Cap-sicum* sp.) i bakłażan (*Solanum melongena*). Dodatkowo wskazano jako podatne przynajmniej 16 dalszych gatunków z sześciu innych rodzin, wliczając w to chwasty z rodzin Asteraceae, Convolvulaceae (*Convolvulus arvensis*) i Fabaceae (*Trifolium* spp.). Patogen ten ma szeroki zakres gospodarzy, podobnie jak fitoplazmy z grupy żółtaczek astra (ang. aster yellows) (Valenta i wsp. 1961).

Występowanie

Na obszarze EPPO występowanie choroby fitoplazmatycznej ziemniaka zanotowano dotychczas w takich krajach, jak: Austria, Grecja, Ukraina, Serbia (Jović i wsp. 2011), Bułgaria, Czechy, Czarnogóra (Radonjić i wsp. 2009), Francja, Węgry, Włochy, Rumunia, Rosja (Ember i wsp. 2011) i Turcja (Çağlar i wsp. 2013). Chorobę tę zanotowano również w Belgii i na Cyprze, jednak pojawia się ona tam sporadycznie. Na kontynencie azjatyckim występowanie stołbura zanotowano w: Armenii, Azerbejdżanie, Izraelu (Zimmerman-Gries 1970), Kirgistanie, Tadżykistanie, Turcji (Çağlar i wsp. 2013) i Uzbekistanie.

Poza obszarem EPPO doniesienia o występowaniu tego patogenu pochodzą z Indii oraz z Ameryki Północnej. Nie ma jednak pewności, czy rzeczywiście chodzi o objawy choroby ziemniaka wywołane przez stołbur, czy o podobne objawy wywołane przez: tomato big bud phytoplasma oraz purple-top wilt phytoplasma. Wspomniane fitoplazmy są obecnie uważane za różne od stołbur. Potwierdzone doniesienie występowania choroby pochodzi z Nigerii (Reckhaus i wsp. 1988).

Biologia

Fitoplazma stołbur jest łatwo przenoszona przez szczepienie, niezależnie od tego, czy zainfekowana jest podkładka, czy zraz roślin szczepionych. Oprócz tego jest przenoszona przez rośliny pasożytnicze, takie jak kaniańka (*Cuscuta campestris*, *C. epilinum*, *C. trifolii*). Fitoplazma stołbur została również wykryta w roślinie *Orobancha aegyptiaca*, pasożytującej na korzeniach chorych roślin pomidora, dlatego przypuszczalnie może ona również odgrywać rolę w naturalnym rozprzestrzenianiu się tego patogenu. Stołbur nie przenosi się z nasionami żadnego ze swoich znanych gospodarzy roślinnych. Przeniesienie tej choroby z rośliny na roślinę za pośrednictwem zainfekowanych bulw jest również mało prawdopodobne. Najważniejszym naturalnym wektorem tej fitoplazmy jest skoczek *Hyalesthes obsoletus*. Zdolność przenoszenia fitoplazmy stołbur stwierdzono również dla następujących gatunków owadów: *Aphrodes bicinctus*, *Euscelis plebeja*, *H. phytoplasma-kosiewiczi*, *Lygus pratensis*, *L. rugulipennis*, *L. gemellatus*, *Macrosteles quadripunctulatus* (Neklyudova i Dikit 1973).

Doświadczalnie wykazano, że okres inkubacji fitoplazm w wektorach owadzich wynosi 1-2 miesiące dla gatunków *A. bicinctus* i *E. plebeja* oraz 2-7 dni dla *H. obsoletus*. Choroba może pojawiać się na polach cyklicznie. Pojawom sprzyjają

lata gorące i suche, w trakcie których nasila się migracja organizmów wektorowych (Buturovic 1971).

Największe nasilenie objawów chorobowych na polach ma miejsce w warunkach klimatycznych, sprzyjających migracjom owadów wektorów i ich przenoszeniu się z zainfekowanych, dziko rosnących gospodarzy roślinnych na rolniczo ważne rośliny z rodziny Solanaceae. W pozostałych przypadkach nasilenie objawów chorobowych na uprawach jest umiarkowane. Co ciekawe, w warunkach naturalnych ekonomicznie ważne rośliny nie mają dużego znaczenia dla zachowania cyklu rozwojowego patogenu. Nieporównywalnie większą rolę odgrywają dziko rosnące chwasty, jak: *Convolvulus arvensis*, koniczyna i Asteraceae. Stołbur potrzebuje roślin rezerwuarowych (takich jak: kaniańka, pomidor, bakłażan, lulek), które są źródłem inokulum do dalszego rozprzestrzeniania się, ponieważ patogen ten nie przenosi się z nasionami.

Rośliny wyrosłe z zainfekowanych bulw dają początek normalnym lub wrzecionowatym kielkom (ang. hair-sprouting). W przypadku gdy rośliny rozwijają się normalnie, pierwsze objawy widoczne są po 60–80 dniach po sadzeniu jako żółknięcie i zwijanie się liści do góry. Następnie powstają tzw. powietrzne komory w różnych częściach łodygi, blisko międzywęźli oraz w bulwach (ang. aerial tubers). Typowe objawy u dorosłej rośliny obejmują zwijanie się szczytowych liści do góry, połączone z ich czerwienieniem i purpurowatym odbarwieniem. Dalszymi objawami są: przerost pąków, skrócenie międzywęźli i spuchnięte węzły. Wartym podkreślenia jest fakt, że choroba stołbur może przebiegać bezobjawowo (latentnie) lub jej nasilenie może być różne, w zależności od szczepu stołbura, który zainfekował roślinę, aktualnych warunków środowiskowych i odporności gospodarza (Savulescu i Pop 1956; Valenta i wsp. 1961; Zimmerman-Gries 1970). O ogromnej zmienności tej choroby świadczą również badania przeprowadzone w ośmiu regionach Rosji, w latach 2012–2016, w trakcie których przeanalizowano rośliny ziemniaka wykazujące objawy chorobowe odpowiadające opisanym dla: „stołbur potato purple top wilt”, „potato witches’ broom” i „potato round-leaf” (Girsova i wsp. 2016). Zbadano 1228 roślin ziemniaka i zidentyfikowano występujące w nich fitoplazmy, wśród których wyróżniono te należące do grup: 16SrI, 16SrII, 16SrIII, 16SrVI i 16SrXII oraz do ośmiu podgrup: 16SrI-B, 16SrI-C, 16SrI-P, 16SrII-A, 16SrIII-B, 16SrVI-A, 16SrVI-C i 16SrXII-A. Według autorów, na ziemniaku po raz pierwszy stwierdzono występowanie fitoplazm z grup: 16SrIII-B i 16SrVI-C. Wykazano, że rośliny ziemniaka mogą być infekowane tylko przez stołbur (16SrXII-A) lub przez różne kombinacje fitoplazm, np. z grup: 16SrI i 16SrIII. Analogiczne doświadczenia przeprowadzono również na gatunkach owadów występujących naturalnie na polach uprawnych i mogących być potencjalnymi owadziemi wektorami fitoplazmy stołbur. Przebadano 23 gatunki owadów z rzędu Hemiptera. Wykazano, że osiem gatunków skoczaków (ang. leafhopper) i trzy gatunki „froghoppers” były nosicielami fitoplazmy. Gatunkami

dominującymi wśród owadów-wektorów były: *Euscelis incisus* i *Macrostes laevis*. Inne gatunki występowały nielicznie (Girsova i wsp. 2016).

Wykrywanie i identyfikacja

Istnieje szereg metod umożliwiających wykrycie obecności fitoplazm w roślinie. W przeszłości stosowano barwienie DNA do wykrywania fitoplazm w rurekach sitowych, jako że komórki te są bezjądrzaste i w normalnych warunkach nie zawierają materiału genetycznego (Cousin i Jouy 1984). Do wykrywania fitoplazm stosowano również metody oparte na pośredniej immunofluorescencji (Cousin i wsp. 1989). Opisano również technikę barwienia tkanek roślinnych do wykrywania „tomato big bud phytoplasma” (Lin i wsp. 1990) oraz dostosowano technikę FISH do wykrywania fitoplazm (Bulgari i wsp. 2011). Dotychczas opisano różne szczepy stołbura: parastołbur i metastołbur w Czechach (Valenta i wsp. 1961), szczepy C, M, SM i P we Francji (Marchoux i wsp. 1970). Szczepy te rozróżniano na podstawie różnic w objawach wywoływanych na poszczególnych odmianach pomidorów, pieprzu i bakłażana (Savulescu i Pop 1956). Obecnie fitoplazmy identyfikuje się na podstawie profilu trawienia restrykcyjnego i sekwencji 16S rDNA (Wei i wsp. 2007)

Znaczenie stołbura

Zazwyczaj choroby powodowane przez stołbur mają większe znaczenie dla upraw takich jak pomidor czy bakłażan. Choroba fitoplazmatyczna na ziemniaku pojawia się sporadycznie, jednak kiedy się to stanie, dochodzi do mocnego porażenia roślin, które zaczynają produkować nekrotyczne lub zgniłe bulwy, co powoduje znaczne straty w plonach, sięgające w niektórych przypadkach nawet 86% (Citir 1985). Jednakże, jak wspomniano, tylko znikomy procent zainfekowanych bulw daje początek chorym roślinom. Infekcje zachodzące na dojrzałych roślinach nie wpływają na plon. Największe nasilenie choroby stołbur przypadało na lata 50. Obecnie, przy dobrze zarządzanej uprawie, choroba ta nie powinna stanowić zagrożenia. Do utrzymania zdrowotności uprawy zazwyczaj wystarcza stosowanie kwalifikowanego materiału rozmnożeniowego i kontrola zachwaszczenia.

6.3.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez bakterie i fitoplazmy

Zapobieganie rozprzestrzenianiu bakterii *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* i *R. solanacearum*

Ponieważ brak skutecznych środków ochrony roślin hamujących rozwój chorób bakteryjnych na roślinach, najlepszym sposobem ich ograniczania jest profilaktyka. Jej kluczowym elementem jest bezwzględny wybór zdrowego materiału rozmnożeniowego. Do sadzenia należy stosować sadzeniaki kwalifikowane

względnie bulwy przebadane pod kątem obecności groźnych patogenów ziemniaka (dotyczy to bakterii *C. michiganensis* ssp. *sepedonicus*, jak i *R. solanacearum*). Sadzeniaki powinny być hodowane, przechowywane i przemieszczane osobno z ziemniakami konsumpcyjnymi lub przemysłowymi. Należy zdecydowanie unikać krojenia sadzeniaków. Ważne jest natomiast przestrzeganie zasad prawidłowego zmianowania, wysadzanie ziemniaków na glebach dobrze zmeliorowanych i przewiewnych. Należy stosować zwalczanie samosiewów ziemniaka, podobnie jak chwastów mogących być rezerwuarem bakterii Rs i Cms. W celu zapobiegania przenoszenia bakterii należy unikać stosowania tego samego sprzętu w różnych miejscach produkcji. Jeżeli jest to niemożliwe, należy sprzęt czyścić i dezynfekować przed przemieszczeniem do kolejnego gospodarstwa (dotyczy to również kół pojazdów przejeżdżających pomiędzy różnymi miejscami produkcji). Ważne jest również prowadzenie starannej dokumentacji prac w gospodarstwie, która w razie wykrycia bakterii umożliwi wprowadzenie odpowiedniego postępowania kwarantannowego, opisanego w rozporządzeniach ministra rolnictwa (PIORiN 2015).

Mycie i dezynfekcja

Inny aspekt profilaktyki to higiena fitosanitarna w procesie produkcji, dystrybucji i przetwarzania ziemniaków (Secor 1988). Przy zwalczaniu bakterii Cms i Rs niezwykle ważne jest odpowiednie czyszczenie i mycie wszystkich powierzchni mających kontakt z porażonym materiałem roślinnym. Odzież roboczą i niektóre materiały (np. worki) można prać w temperaturze około 90°C – uzyskujemy wówczas efekt bakteriobójczy. W odniesieniu do innych powierzchni zazwyczaj tylko chemiczna dezynfekcja daje gwarancję całkowitego skutecznego odkażenia. Jednak ze względu na możliwość neutralizacji substancji czynnych zawartych w dezynfektantach przez resztki organiczne ważne jest usuwanie resztek roślin poprzedzające dezynfekcję. W wielu przypadkach może być wskazane wykorzystanie myjki wysokociśnieniowej z generatorem pary wodnej i niskopieniących detergentów przemysłowych. Skuteczność myjki wysokociśnieniowej jest uzależniona od rodzaju powierzchni i czasu zabiegu (im bardziej porowata powierzchnia, tym dłuższy powinien być zabieg). Jeżeli do mycia używamy detergentów, to dezynfekcję powinno poprzedzać płukanie i osuszanie. Zabieg dezynfekcji nie zawsze może być przeprowadzany w warunkach kontrolowanych. Trzeba jednak pamiętać, że skuteczność różnych dezynfektantów może się różnić nie tylko w zależności od koncentracji środka. Wpływ mogą mieć także temperatura otoczenia i czas stosowania środka dezynfekcyjnego. Największą skuteczność uzyskuje się w przedziale temperatury 15–20°C przy czasie oddziaływania preparatu wynoszącym około 15 minut (Maćkowiak-Sochacka 2010).

W przypadku *R. solanacearum* szczególne zagrożenie może sprawiać fakt, że bakterie przeżywają w glebie i wodzie – zarówno w wodach powierzchniowych,

jak i irygacyjnych czy używanych do oprysków. Dlatego ważne jest zabezpieczenie wszelkich odpadów powstałych w trakcie obrotu oraz przetwarzania ziemniaków. Dotyczy to zwłaszcza ziemniaków pochodzących z partii materiałów zagrożonych, aczkolwiek zachowanie ostrożności w stosunku do ziemniaków o nieznanym statusie zdrowotności stanowi również ważny element profilaktyki chorób ziemniaka. Porażone Cms i Rs bulwy powinny być utylizowane tak, aby ograniczyć wydostawanie się bakterii do środowiska. Przedostawanie się odpadów do gleby i wód gruntowych na terenach rolniczych może skutkować skażeniem ujęć lub zbiorników zaopatrujących w wodę wykorzystywaną do nawadniania i zabiegów ochrony roślin. Duże znaczenie w profilaktyce brunatnej zgnilizny ziemniaka ma potwierdzona laboratoryjnie czystość wód gruntowych, cieków wodnych i ujęć wody.

Zwalczanie bakterii *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* oraz *Ralstonia solanacearum* w świetle obowiązujących przepisów

Mimo że objawy bakteriozy pierścieniowej na ziemniakach spotykamy rzadko, choroba ta może być przyczyną znacznych strat ekonomicznych, przede wszystkim ze względu na to, że jako organizm kwarantannowy podlega obowiązkowemu zwalczaniu. W związku z tym pozytywne wyniki obowiązkowych przesiewowych badań laboratoryjnych, umożliwiających wykrycie bakterii Cms lub Rs, nawet w niewielkiej koncentracji, skutkują koniecznością wdrożenia postępowania, które ma na celu zapobieganie rozprzestrzenianiu się bakterii. Urzędowy nadzór nad przestrzeganiem zasad ograniczania organizmów kwarantannowych w Polsce sprawuje Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (OEPP/EPPO 2006).

We wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej zwalczanie bakteriozy pierścieniowej reguluje Dyrektywa Rady 93/85/EWG oraz Dyrektywa Komisji 2006/56/WE. W polskim prawodawstwie zostały one wdrożone Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 20 czerwca 2014 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się bakterii *C. michiganensis* ssp. *sepedonicus*. Z kolei zwalczanie bakterii *R. solanacearum* odbywa się w oparciu o Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 kwietnia 2007 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się bakterii *Ralstonia solanacearum*. Podstawą do rozporządzenia są Dyrektywa Rady 98/57/WE i Dyrektywa Komisji 2006/63/WE.

Wykrycie obecności bakterii Cms pociąga za sobą konieczność wprowadzenia w życie określonych prawnie czynności, do których należy w pierwszej kolejności wskazanie porażonego i prawdopodobnie porażonego materiału roślinnego, skażonych narzędzi i maszyn rolniczych, miejsc produkcji lub pomieszczeń składowania bulw. Następnym krokiem jest ustalenie źródła oraz

strefy porażenia, a także ustalenie postępowania kwarantannowego w gospodarstwach znajdujących się w wyznaczonej strefie zagrożenia. Obowiązki producentów, których gospodarstwa znajdują się w tej strefie, nakładane są w formie decyzji administracyjnej wojewódzkiego inspektora ochrony roślin. Jednym z tych obowiązków jest przeprowadzenie zabiegu oczyszczania i odkażania przedmiotów mogących mieć kontakt z porażonymi i prawdopodobnie porażonymi bulwami. Ziemniaki znajdujące się na terenie miejsca produkcji uznanego za skażone przeznacza się do konsumpcji lub karmienia zwierząt. Innym sposobem utylizacji porażonych bulw jest ich wywóz na wyznaczone składowisko odpadów, spalanie lub przerób przemysłowy. Warunkiem zastosowania wybranej metody utylizacji jest zagwarantowanie możliwości unieszkodliwienia resztek pozostałych z przerobu, pod nadzorem wojewódzkiego inspektora w sposób gwarantujący, że nie istnieje ryzyko rozprzestrzenienia się bakterii *C. michiganensis* ssp. *sepedonicus*.

Na polach uznanych za porażone należy niszczyć samosiewy ziemniaków i inne naturalnie występujące rośliny żywicielskie bakterii Cms. Nie wolno tam uprawiać ziemniaków ani innych roślin stwarzających ryzyko rozprzestrzeniania się bakterii Cms przez trzy sezony wegetacyjne następujące po roku, w którym wykryto skażenie. W czwartym sezonie dopuszcza się uprawę ziemniaków w celach innych niż produkcja sadzeniaków (z dowolnych ziemniaków). W kolejnym sezonie uprawy ziemniaka, przy zachowaniu właściwego płodozmianu, dopuszcza się sadzenie ziemniaków niezależnie od kierunku uprawy. Ziemniaki podlegają obowiązkowej kontroli inspektorów PIORiN, w tym także badaniom laboratoryjnym na obecność bakterii Cms przez okres pięciu lat od stwierdzenia porażenia. Inny sposób postępowania kwarantannowego na polach uznanych za porażone dopuszcza zawieszenie uprawy roślin rolniczych lub leśnych w ciągu kolejnych czterech sezonów wegetacyjnych na rzecz użytkowania jako pastwisko. W pierwszym sezonie uprawy ziemniaka po tym okresie dopuszcza się uprawę ziemniaków, ale pod warunkiem użycia sadzeniaków urzędowo kwalifikowanych. Na polach innych niż porażone, w sezonie wegetacyjnym następującym po roku, w którym stwierdzono skażenie, nie sadi się ziemniaków albo dopuszcza się uprawę sadzeniaków urzędowo kwalifikowanych z przeznaczeniem bulw pochodzących z tej uprawy do konsumpcji lub do przerobu przemysłowego. W drugim sezonie wegetacyjnym po wykryciu porażenia dopuszcza się uprawę ziemniaków z kwalifikowanego materiału siewnego na ziemniaki do wysadzenia w tym samym gospodarstwie w roku przyszłym, na ziemniaki konsumpcyjne i przemysłowe. W trzecim sezonie po wykryciu porażenia na polach innych, niż porażone, dopuszcza się uprawę ziemniaków z przeznaczeniem na kwalifikowane sadzeniaki oraz ziemniaki konsumpcyjne i przemysłowe.

Zwalczanie bakterii pektynolitycznych: *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Dickeya dianthicola* i *D. solani*

Zwalczanie bakterioz jest trudne i polega głównie na niszczeniu źródeł choroby oraz zapobieganiu ich przenoszenia na zdrowe rośliny. Brak jest skutecznej metody ochrony roślin przed tą chorobą. Nie ma obecnie środków do bezpośredniego zwalczania tego patogena. Objawowo stosuje się środków miedziowe, które mogą w pewnym stopniu powstrzymać namnażanie się bakterii, jednak nie prowadzą do zatrzymania choroby (Mikiciński i wsp. 2010). Strategia ochrony ziemniaka, warzyw i roślin ozdobnych przed bakteriami pektynolitycznymi polega przede wszystkim na wczesnym wykrywaniu bakterii, eliminacji zainfekowanego materiału nasiennego oraz dezynfekcji narzędzi i maszyn stosowanych w trakcie uprawy, transportu i przechowywania (Łojkowska i wsp. 2013). Aby ograniczyć występowanie choroby, należy prowadzić inspekcję pól uprawnych w trakcie całego sezonu wegetacyjnego, zbierać bulwy w czasie suchej pogody, ewentualnie dosuszać przed transportem i przechowywaniem.

Zwalczanie stołbura

Patogen ujęty jest na liście kwarantannowej A2 EPPO (OEPP/EPPO 1978) oraz na listach COSAVE i NAPPO. Dlatego wszystkie kraje produkujące ziemniaki na eksport powinny dążyć do redukcji rozprzestrzeniania się tego patogenu, nawet jeśli obecnie jego znaczenie ekonomiczne jest niewielkie. Głównym środkiem fitosanitarnym, na który kładzie nacisk EPPO (OEPP/EPPO 1990) jest produkcja i używanie sadzeniaków z pól wolnych od stołbura. Wymagana jest zerowa obecność stołbura w roślinach na plantacji (Dokument: „Standard S-1 edycja 2016 rok EKG/ONZ w sprawie sadzeniaków ziemniaka, tabela zbiorcza wymagań”). Jest to podstawowe wymaganie unijnego systemu kontroli zdrowotności, mające na celu zapewnienie, że rośliny, w tym również bulwy ziemniaka, wprowadzane do obrotu są wolne od organizmów kwarantannowych oraz spełniają określone wymagania specjalne. Wykaz organizmów kwarantannowych zawarty jest w załącznikach nr 1 i nr 2 do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie zapobiegania wprowadzaniu i rozprzestrzenianiu się organizmów kwarantannowych.

6.4. Ograniczanie chorób powodowanych przez czynniki nieinfekcyjne

6.4.1. Najważniejsze choroby powodowane przez czynniki nieinfekcyjne

Do nieinfekcyjnych czynników wywołujących choroby roślin zalicza się zbyt niską lub nadmierną wilgotność powietrza, nadmierne opady atmosferyczne, sil-

ne wiatry, zbyt wysoką lub zbyt niską temperaturę opowietrza, niedostatek lub nadmiar światła, trujące składniki atmosfery, niedostatek powietrza w glebie wynikający z nadmiaru wody, niedobór wody, nieodpowiednia temperatura gleby, nadmiar lub niedobór składników pokarmowych oraz trujące dla roślin związki chemiczne.

Do rozwoju nieinfekcyjnych chorób roślin dochodzi, gdy czynniki, które są niezbędne roślinie do normalnego wzrostu i rozwoju występują na zbyt niskim poziomie lub w nadmiarze (Schollenberger 2010b). Mogą one występować we wszystkich stadiach rozwojowych roślin, ale nie mogą przenosić się z roślin chorych na zdrowe.

Najczęściej przyczyną wystąpienia choroby abiotycznej są dwa (lub więcej) czynniki nieinfekcyjne, które działają jednocześnie (tab. 23). Często przyczyną tych chorób jest osłabienie roślin spowodowane, przez bakterie czy grzyby, co powoduje, że obraz choroby jest skomplikowany i określenie właściwej przyczyny sprawia duże trudności i konieczne jest prowadzenie badań laboratoryjnych. Występowanie i nasilenie objawów charakterystycznych dla chorób nieinfekcyjnych jest często uzależnione od konkretnego czynnika środowiska oraz od stopnia przekroczenia poziomu standardowego tego czynnika. Nasilenie takich objawów może w skrajnych przypadkach prowadzić do całkowitego zamierania roślin.

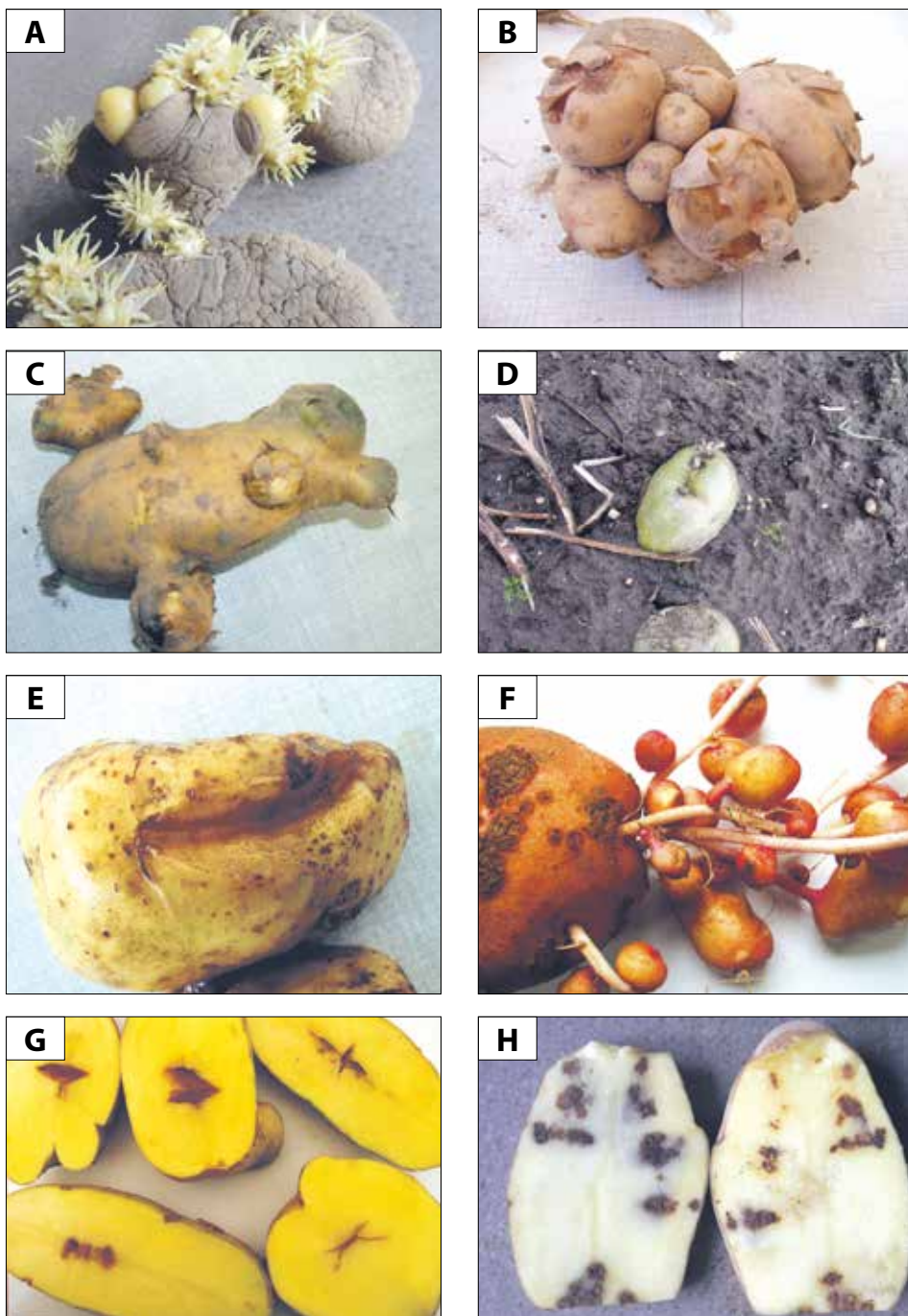
Spośród licznych chorób o podłożu nieinfekcyjnym znaczenie gospodarcze mają tylko takie choroby, jak: pustowatość bulw i rdzawa plamistość bulw (fot. 34G, H) oraz uszkodzenia spowodowane przez niewłaściwe zastosowanie herbicydów (fot. 35A–F).

6.4.2. Metody zapobiegania chorobom powodowanym przez czynniki nieinfekcyjne

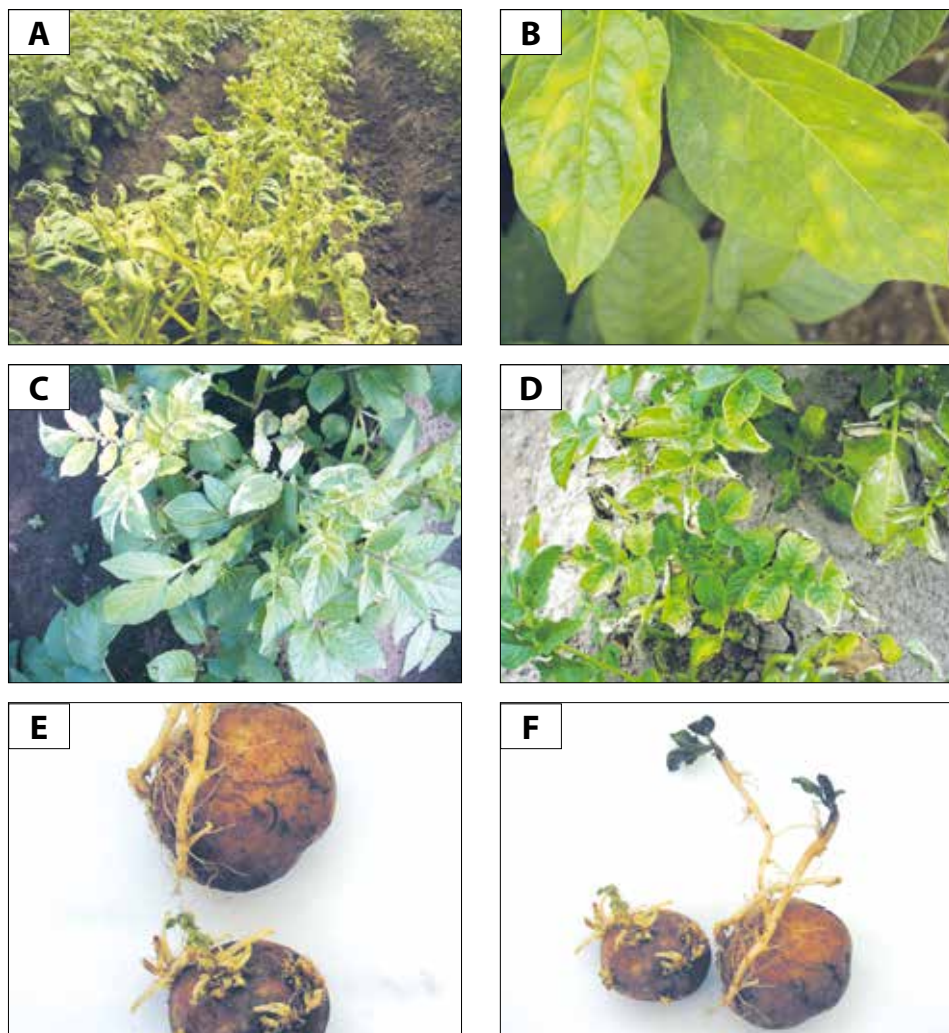
Zapobieganie szkodliwym skutkom występowania chorób nieinfekcyjnych polega przede wszystkim na prawidłowo prowadzonych zabiegach agrotechnicznych, wśród których dobór odmian wydaje się elementem kluczowym. Najnowsze wyniki badań nad odpornością odmian ziemniaka na ważne gospodarczo wady wywołane działaniem czynników nieinfekcyjnych przedstawiono w tabelach 24. i 26. W tabeli 25. zamieszczono wyniki badań nad wrażliwością odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Poza doбором odmian do metod ograniczających choroby nieinfekcyjne należy zaliczyć właściwe zmianowanie i zabiegi uprawowe oraz stosowanie kwalifikowanego materiału sadzeniakowego i uwzględnienie w procesie produkcji optymalnych dla danego rejonu terminów sadzenia. Ponadto dostosowanie nawożenia do potrzeb uprawianej odmiany i kierunku użytkowania oraz regulacja zachwaszczenia i zbiór bulw w warunkach optymalnych znacząco redukują zagrożenie wystąpienia chorób nieinfekcyjnych.

Tabela 23. Wady bulw i uszkodzenia roślin spowodowane działaniem czynników abiotycznych (opracowanie własne)

Choroba	Główne przyczyny wystąpienia
Dzieciuchowatość (fot. 34B)	susza, nierównomierny rozkład opadów
Dzieciuchowatość wewnętrzna (fot. 34A)	niewłaściwa temperatura przechowywania, zbyt niska temperatura w okresie sadzenia i bezpośrednio po sadzeniu
Pękanie bulw (fot. 34F)	susza, nierównomierny rozkład opadów
Paciorkowatość (fot. 34F)	obfite opady po długotrwałej suszy i jednoczesny spadek temperatury
Wtórny wzrost (fot. 34C)	susza, nierównomierny rozkład opadów
Przedwczesna tuberyzacja	zbyt wysoka temperatura przechowywania, niska temperatura w okresie sadzenia, susza
Pustowatość bulw (fot. 34E)	nierównomierny rozkład opadów, nadmierne nawożenie azotem, podatność odmian
Rdzawa plamistość (fot. 34H)	zakłócenia w bilansie wodnym, oddychaniu i odżywianiu roślin wywołane niekorzystnymi warunkami glebowymi i atmosferycznymi
Siatkowatość	uprawa na glebach lekkich, w okresie wegetacji wystąpienie gwałtownych opadów po okresie wysokich temperatur
Przerost przetchlinek	nadmierna wilgotność w okresie wegetacji lub przechowywania
Zazielenienie bulw (fot. 34D)	dostęp światła do bulw w okresie wegetacji, przechowywania i transportu
Przemarzanie bulw	temperatura poniżej -1°C, wiosenne i jesienne przymrozki
Zatrucie roślin przez popioły i gazy trujące (dwutlenek siarki, związki fluoru, chloru, azotu, pary arsenu, cynku, ołowiu)	położenie upraw w pobliżu dużych ośrodków przemysłowych
Uszkodzenia spowodowane przez środki ochrony roślin, np. herbicydy	niewłaściwe zastosowanie środków ochrony roślin (nieodpowiedni termin, dawka, błędy w wykonaniu zabiegu)
Niedobory składników pokarmowych	niedostosowane do potrzeb odmiany nawożenie mineralne



Fot. 34. Wady bulw ziemniaka spowodowane czynnikami abiotycznymi: A – dzieciuchowość wewnętrzna, B – dzieciuchowość, C – wtórny przyrost, D – zazielenienie bulw, E – pękanie bulw, F – paciorkowatość bulw, G – pustowatość, H – rdzawa plamistość bulw (fot. J. Osowski)



Fot. 35. Objawy fitotoksyczności na roślinach i bulwach ziemniaka po zastosowaniu:

A – MCPA (charakterystyczne pastoralkowate zwijanie się liści), B – rimosulfuronu (mozaikowate przebarwienia na liściach), C – chlomezonu (chlorotyczne przebarwienia liści), D – metrybuzyny (chlorozy pomiędzy nerwami i nekrozy na brzegach blaszki liściowej), E–F – glifosatu (zaburzenia kiełkowania)
(fot. J. Osowski)

W uprawie odmian o podwyższonej lub nieznanej wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach oraz na plantacjach nasiennych zabieg herbicydami, które ją zawierają, należy wykonać na 10 dni przed przewidywanym terminem wschodów!

Tabela 24. Podatność odmian na wady kształtu bulw (wg Nowacki i wsp. 2017)

Odporność	Przydatność	Wady kształtu	
		deformacje	spękania
Podatne	jadalne	Denar, Ingrid, Irys, Justa, Miłek, Carrera, Cyprian, Etola, Ewelina, Gwiazda, Ignacy, Owacja, Ametyst, Asterix, Dali, Finezja, Folva, Gawin, Jurek, Laskara, Malaga, Sagitta, Sante, Victoria, Syrena,	Fresco, Impala, Justa, Miłek, Bellarosa, Cyprian, Etola, Ewelina, Latona, Vineta, Folva, Gawin, Sagitta, Satina, Stasia,
	skrobia	Głada, Harpun, Mieszko, Pasat, Szyper, Ikar, Inwestor, Jasia, Kuras	Głada, Pasat, Szyper, Inwestor, Jasia
Średnio podatne	jadalne	Arielle, Fresco, Impala, Krasa, Lord, Riviera, Altesse, Aruba, Bellarosa, Bila, Bohun, Latona, Michalina, Oman, Rosalind, Vineta, Almera, Bogatka, Cekin, Ditta, Etiuda, Honorata, Irga, , Legenda, Mazur, Oberon, Satina, Stasia, Tajfun, Bryza, Fianna, Gustaw, Jelly, Mondeo,	Arielle, Denar, Ingrid, Irys, Krasa, Lord, Riwiera, Viviana, Aruba, Bila, Bohun, Etola, Gwiazda, Ignacy, Michalina, Oman, Owacja, Almera, Ametyst, Asterix, Bogatka, Cekin, Dali, Ditta, Etiuda, Finezja, Irga, Jurata, Jurek, Laskara, Malaga, Mazur, Oberon, Sante, Tajfun, Victoria, Bryza, Fianna, Gustaw, Jelly, Mondeo, Syrena,
	skrobia	Cedron, Boryna, Jubilat, Kaszub, Kuba, Rumpel, Zuzanna, Danuta, Pasja Pomorska, Bzura, Gandawa, Hinga, Pokusa, Rudawa, Skawa	Cedron, Boryna, Harpun, Jubilat, Kaszub, Kuba, Rumpel, Zuzanna, Danuta, Ikar, Pasja Pomorska, Hinga, Kuras, Pokusa, Rudawa, Skawa
Odporne	jadalne	Berber, Viviana, Annabelle, Gracja,	Berber, Altesse, Annabelle, Carrera, Gracja, Rosalind, Honorata,
	skrobia		Mieszko, Bzura, Gandawa,

Tabela 25. Wrażliwość odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach (Urbanowicz 2017)

Grupa wrażliwości	Kierunek użytkowania odmian	
	jadalne	skrobiowe
1	2	3
Formulacja WG (Raba 70 WG i Mistral 70 WG)		
Niewrażliwe (1,0)	Satina	Zuzanna
Niska wrażliwość (1,1–2,0)	Aldona, Altesse, Amarant, Ametyst, Anuschka, Bellarosa, Bellini, Bryza, Cecile, Challenger, Courage, Crisps 4 All, Dali, Etiuda, Etola, Ewelina, Folva, Ivory Russet, Laskara, Lord, Madeline, Magnolia, Manitou, Markies, Mazur, Melody, Musica, Orchestra, Orlena, Otolia, Russet Burbank, Saline, Salinero, Smit's Comet, Syrena, Tacja, Verdi	Donald, Ikar, Kuba, Rudawa, Skawa

Tabela 25. Wrażliwość odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach (Urbanowicz 2017)
– cd.

1	2	3
Średnia wrażliwość (2,1–4,0)	Agata, Almera, Aruba, Asterix, Augusta, Belinda, Bellaprima, Berber, Bila, Bogatka, Brooke, Carrera, Colette, Cyprian, Denar, Ditta, Elfe, El Mundo, Fianna, Gawin, Gioconda, Gracja, Gustaw, Gwiazda, Hermes, Honorata, Hubal, Ignacy, Impresja, Ingrid, Inova, Jelly, Jurek, Justa, Jutrzenka, Lady Claire, Lavinia, Lawenda, Lech, Legenda, Ludmilla, Malaga, Michalina, Miłek, Mondeo, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Queen Anne, Red Fantasy, Red Sonia, Riviera, Rumba, Roxana, Sagitta, Tajfun, Tonacja, VR 808, Widawa, Zagłoba, Zorba	Boryna, Danuta, Glada, Hinga, Inwestor, Jasia, Jubilat, Kaszub, Kuras, Mieszko, Pasja Pomorska, Rumpel, Szyper
Podwyższona wrażliwość (4,1–6,0)	Anabelle, Arielle, Bohun, Cekin, Eurostar, Innovator, Irga, Irys, Miriam, Rosalind, Santé, Stasia, Tetyda, Vineta, Zenia	Gandawa, Opus, Pokusa
Bardzo wrażliwe (>6,1)	Fresco, Krasa, Viviana	Pasat, Sonda
Formulacja SC (Sencor Liquid 600 SC)		
Niewrażliwe (1,0)	Satina	–
Niska wrażliwość (1,1–2,0)	Amarant, Belinda, Bellini, Challenger, Crisps 4 All, Ewelina, Hubal, Ivory Russet, Jelly, Laskara, Lord, Ludmilla, Madeline, Magnolia, Manitou, Melody, Michalina, Mondeo, Musica, Oman, Orchestra, Otolia, Russet Burbank, Saline, Smit's Comet, Tajfun, Verdi, Zenia	Danuta, Donald, Jubilat, Kuras, Pasja Pomorska
Średnia wrażliwość (2,1–4,0)	Ametyst, Asterix, Augusta, Bard, Bellaprima, Bellarosa, Brooke, Bryza, Cekin, Cyprian, Denar, El Mundo, Finezja, Folva, Gwiazda, Ignacy, Irga, Jurek, Justa, Jutrzenka, Lady Claire, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Queen Anne, Red Fantasy, Red Sonia, Rumba, Sagitta, Syrena, Wawrzyn, Zagłoba	Boryna, Inwestor, Kaszub, Mieszko, Rumpel, Saturna, Zuzanna, Ślęza
Podwyższona wrażliwość (4,1–6,0)	Bartek, Igor, Innovator, Krasa, Miłek, Stasia, Tetyda, Vineta, Viviana	–
Bardzo wrażliwe (>6,1)	–	–

Tabela 26. Odporność odmian na wady wewnętrzne bulw (wg Nowacki i wsp. 2017)

Odporność	Przeznaczenie	Wady mięszu bulw		
		ciemna plamistość	rdzawa plamistość	pustowatość bulw
Podatne	jadalne	Honorata, Jurata, Jurek	Fresco, Justa, Aruba, Bellarosa, Carrera, Latona, Ametyst, Irga, Sante	–
	skrobiowe	–	Głada, Harpun, Jasia, Skawa	Harpun
Średnio podatne	jadalne	Berber, Fresco, Aruba, Lady Claire, Madelaine, Owacja, Asterix, Irga, Laskara, Sante, Bryza, Fianna, Jelly, Syrena	Berber, Impala, Ingrid, Irys, Krasa, Lord, Milek, Altesse, Bila, Bohun, Cyprian, Ewelina, Gracja, Gwiazda, Ignacy, Innovator, Owacja, Rosalind, Vineta, Almera, Asterix, Bogatka, Cekin, Dali, Ditta, Etiuda, Finezja, Folva, Gawin, Jurata, Laskara, Mazur, Sagitta, Satina, Stasia, Tajfun, Victoria, Fianna, Gustaw, Jelly, Mondeo, Syrena	Arielle, Berber, Denar, Fresco, Impala, Ingrid, Irys, Justa, Krasa, Lord, Riviera, Altesse, Aruba, Augusta, Bila, Bohun, Carrera, Ewelina, Gracja, Ignacy, Innovator, Latona, Owacja, Oman, Vineta, Almera, Ametyst, Asterix, Cekin, Dali, Ditta, Etiuda, Gawin, Irga, Sagitta, Sante, Stasia, Tajfun, Victoria, Fianna, Gustaw, Jelly, Syrena
	skrobiowe	–	Cedron, Boryna, Kaszub, Kuba, Mieszko, Pasat, Rumpel, Szyper, Zuzanna, Danuta, Ikar, Pasja Pomorska, Gandawa, Hinga, Inwestor, Kuras, Rudawa	Cedron, Boryna, Głada, Jubilat, Pasat, Szyper, Danuta, Ikar, Pasja Pomorska, Bzura, Hinga, Jasia, Kuras, Pokusa, Rudawa, Skawa
Odporne	jadalne	Denar, Impala, Irys, Justa, Lord, Milek, Riviera, Augusta, Bellarosa, Bila, Innovator, Lady Rosetta, Latona, Vineta, Cekin, Ditta, Malaga, Manitou, Satina, Tajfun, Victoria, VR-808	Arielle, Denar, Riviera, Viviana, Annabelle, Augusta, Etola, Michalina, Oman, Jurek, Honorata, Malaga, Oberon, Bryza, VR-808, Eurostar	Milek, Viviana, Annabelle, Bellarosa, Cyprian, Etola, Gwiazda, Michalina, Rosalind, Bogatka, Finezja, Folva, Honorata, Jurata, Jurek, Laskara, Malaga, Mazur, Oberon, Satina, Bryza, Mondeo
	skrobiowe	–	Jubilat, Bzura, Pokusa	Kaszub, Kuba, Mieszko, Rumpel, Zuzanna, Gandawa, Inwestor

7. OGRANICZANIE SZKODNIKÓW

7.1. Ograniczanie szkodliwych gatunków owadów

7.1.1. Najważniejsze szkodliwe gatunki owadów

Ziemniak może być uszkodzany przez kilka gatunków szkodliwych owadów o znaczeniu gospodarczym, powodujących straty zarówno w wysokości plonu, jak i w jego jakości. Ich szkodliwość i gospodarcze znaczenie mogą być jednak zmienne w poszczególnych regionach, jak i na przestrzeni lat. Zmiany klimatyczne czy uproszczone technologie uprawy mogą przyczynić się do zwiększenia szkodliwości niektórych gatunków lub też stymulować pojaw zupełnie nowych gatunków szkodników.

Na plantacjach ziemniaków szczególne znaczenie gospodarcze mają szkodniki glebowe (drutowce, rolnice i pędraki), nicienie, mszyce i skoczki (głównie w charakterze wektorów wirusów), stonka ziemniaczana oraz inne gatunki mogące powodować straty lokalnie (tab. 27). Istotą właściwej oceny zagrożeń ze strony szkodników jest znajomość ich biologii, w tym terminów potencjalnego pojawu na plantacji (rys. 5).

Drutowce

Spośród chrząszczy sprężykowatych (Elateridae) największe znaczenie jako szkodniki upraw, w tym ziemniaka, mają: osiewnik ciemny (*Agriotes obscurus* L.), osiewnik rolowiec (*A. lineatus* L.), osiewnik skibowiec (*A. sputator* L.), zaciósek kruszcowy (*Selatosomus aeneus* L.) i nieskor czarny (*Hemicrepidius niger* L.) (Wójtowicz i Mrówczyński 2016). Owady dorosłe wymienionych gatunków to niewielkie, smukłe chrząszcze (długości ciała 7–15 mm), o barwach od szarej poprzez ciemno brunatną do metalicznie połyskującej. Głównym składnikiem pożywienia dorosłych chrząszczy są pyłki roślin – nie odgrywają one zatem roli bezpośrednich szkodników (fot. 36).

Dużym zagrożeniem dla upraw ziemniaka są rozwijające się w glebie larwy – tzw. drutowce (Nespiak i Opyrchałowa 1979; Erlichowski 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2014) (fot. 37). Zależnie od gatunku i warunków środowiska rozwój larw może trwać 3–5 lat, przy czym największa ich szkodliwość ma miejsce w 3–4 roku. W tym stadium rozwoju larwy osiągają długość 15–29 mm. Rozwój jednego pokolenia gatunków szkodliwych trwa do 5 lat. Z jaj złożonych przez samice do gleby wylęgają się larwy, które cały swój rozwój przechodzą w glebie. Po

Tabela 27. Znaczenie gospodarcze szkodników ziemniaka w Polsce w zależności od ich przeznaczenia

Szkodnik	Sadzeniaki	Frytki i chipsy	Konsumpcyjne	Przemysłowe
Drutowce	+++	+++	++	+
Lenie	++	+++	++	+
Mączliki	+(+)	+(+)	+(+)	+(+)
Mszyce	+++	++	++	++
Nicienie	+++	+	+	+
Pędraki	+++	+++	++	++
Przędziorek chmielowiec	+(+)	+(+)	+(+)	+(+)
Rolnice	++	+++	++	++
Skoczki	++	+	+	+
Stonka ziemniaczana	++	++	++	++
Ślimaki	+(+)	+(+)	+(+)	+(+)
Zmieniki	+	+	+	+
Zwierzęta łowne	++	++	++	++

„+” = szkodnik o znaczeniu lokalnym; „++” = szkodnik o małym znaczeniu; „+++” = szkodnik ważny; „++++” = szkodnik bardzo ważny

	DRUTOWCE						
		MSZYCE					
	NICIENIE						
	PĘDRAKI						
	ROLNICE						
		STONKA ZIEMNIACZANA					
	ZWIERZYNA ŁOWNA						
Przed sa- dzeniem	Rozwój pędów 00–09	Rozwój liści 10–19	Rozwój kwiatosta- nu 51–59	Kwitnie- nie 60–69	Rozwój owoców 70–79	Dojrze- wanie owoców i nasion 81–89	Zamiera- nie 91–99

 Termin występowania szkodnika

 Termin zwalczania szkodnika

Rys. 5. Terminy występowania i zwalczania najważniejszych szkodników podczas wegetacji ziemniaka



Fot. 36. Chrzęszcz sprężykowatych odżywiający się pyłkiem (fot. P. Strażyński)

kilku latach przepoczwarczają się przed jesienią, a chrząszcze na powierzchnię wychodzą wiosną (Kochman i Węgorek 1978). Drutowce preferują gleby próchniczne, występują także w glebach mineralnych, szczególnie po użytkach trawiastych o średniej wilgotności. W ziemniaku larwy uszkadzają system korzeniowy, pędy podziemne oraz bulwy, tworząc wewnątrz miąższu głębokie wżery lub kanały (1–2 mm), co sprzyja wtórnym porażeniom chorobami bakteryjnymi i grzybowymi (Pawińska 2016).

Sprężykowate jako szkodniki mają znaczenie przede wszystkim w uprawach roślin okopowych, przy czym z każdym rokiem ono wzrasta. Główną przyczyną takiego stanu są zaniedbania agrotechniczne (promocja uprawy bezorkowej, minimalizacja podorywek, duże zachwaszczenie, uprawa na gruntach odłogowych). Adaptacja gruntów na cele uprawne po zlikwidowanych sadach niesie również bardzo duże ryzyko wystąpienia sprężykowatych (Sądej 2008). Innym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi drutowców jest ustabilizowany w sezonie wegetacyjnym rozkład temperatur i opadów (larwy do rozwoju potrzebują dużej wilgotności gleby). Uszkodzeniom sprzyja też duże rozdrobnienie gospodarstw i zmiany klimatyczne (ciepłe zimy, okresowe



Fot. 37. Drutowce – larwy sprężkowatych (fot. T. Klejdysz)

upały) (Mrówczyński i Sobkowiak 1999; Mrówczyński i wsp. 2004, 2006; Erlichowski 2006, 2007, 2009).

Rolnice

Rolnice (Agrotinae) należą do rzędu motyli (Lepidoptera), rodziny sówkowatych (Noctuidae). Potencjalnie do najbardziej szkodliwych w uprawach rolniczych należą: rolnica zbożówka (*Agrotis segetum* D.&S.), rolnica czopówka (*A. exclamatoris* L.), rolnica goździkówka (*A. ipsilon* Hfn.), rolnica panewka (*Xestia c-nigrum* L.), rolnica tasiemka (*Noctua pronuba* L.) oraz rolnica pszenicówka (*Euxoa tritici* L.) (Napiórkowska-Kowalik 1973; Walczak i Jakubowska 2001; Walczak i wsp. 2004; Jakubowska i Walczak 2005, 2008; Erlichowski i Jakubowska 2013; Wójtowicz i Mrówczyński 2016). Dorosłe owady to duże motyle, które nie mają bezpośredniego znaczenia jako szkodniki (fot. 38). Prowadzą one nocny tryb życia, w dzień kryją się wśród przyziemnych części roślin. Motyle żywią się nektarem kwiatów, rosą miodową i sokiem wyciekającym z roślin. Motyle rolnic pojawiają się w końcu maja i w czerwcu. Latając o zmierzchu, składają do 2000 jaj do gleby albo na rośliny u ich nasady, rzadziej na dolną stronę liści.



Fot. 38. Motyl rolnicy (fot. P. Strażyński)

Gąsienice rolnic, powodujące znaczne szkody, mogą się pojawiać w zasadzie w całym sezonie wegetacyjnym (Nespiak i Opyrchalowa 1979) (fot. 39). Gąsienice rolnic mają długość 30–60 mm. Żerują nocą, w spoczynku zwijają się na kształt sprężyny. Zimują głównie wyrosnięte gąsienice w glebie na głębokości 25 cm. Wiosną wychodzą i żerują do połowy maja, a następnie przepoczwarczają się w glebie na głębokości 5–10 cm. Młode gąsienice w dzień zeskrobują tkanki liści, starsze żerują tylko nocą, kryjąc się na dzień pod grudki gleby. Gąsienica 5-krotnie linieje. W ziemniakach żerują na bulwach, robiąc w nich wżery i korytarze o większej średnicy niż drutowce (tzw. jamy) (Pawińska 2016). Zwykle występuje jedno pokolenie w roku, u niektórych gatunków dwa pokolenia.

Pędraki

Larwy chrabąszczowatych (Melolonthidae) i rutelowatych (Rutelidae), zwane pędrakami (fot. 40), żerują w glebach na butwiejących resztkach roślinnych, natomiast starsze podgryzają rośliny. Są charakterystycznie zgięte w podkowę, białe, grube, z trzema parami nóg tułowiowych. Rozwój larwy trwa, w zależności od gatunku, do 4 lat (okresy gradacji). Późnym latem dorosłe pędraki przepoczwarczają się, chrząszcze pojawiają się jesienią, lecz na powierzchnię wychodzą dopiero w następnym roku (Boczek 1995). Larwy żerują pod powierzchnią gleby



Fot. 39. Gąsienica rolnicy (fot. P. Strażyński)

podgryzając korzenie, kiełkujące rośliny lub np. bulwy ziemniaka, w których tworzą głębokie wżery o nieregularnych kształtach. Chrząszcze żerują na drzewach, krzewach lub roślinach zielnych, a jaja składają do gleby. Zagrożenie w uprawach polowych może stanowić chrabąszcz majowy (*Melolontha melolontha* L.), chrabąszcz kasztanowiec (*M. hippocastani* F.), guniak czerwcyk (*Amphimallon solstitialis* L.) i ogrodnica niszczylistka (*Phyllopertha horticola* L.) (Nespiak i Opyrchłowa 1979; Wójtowicz i Mrówczyński 2016).

Mszyce

Na plantacjach ziemniaka występują ważne gospodarczo gatunki mszyc typowo „ziemniaczanych”. Wśród nich najliczniej występują: mszyca brzoskwiniowa (*Myzus persicae* Sulz.) (fot. 41, 42), mszyca kruszynowo-ziemniaczana (*Aphis frangulae* Kalt.) oraz mszyca szakłakowo-ziemniaczana (*A. nasturtii* Kalt.) (fot. 43, 44) (Wisłocka i Kostiw 1978; Hurej i wsp. 2003; Kostiw i Robak 2009; Złotkowski i Bandyk 2013). Spotkać można także gatunki, dla których ziemniak nie stanowi głównej rośliny żywicielskiej (tzw. mszyce „nieziemniczane”), a które także mogą w pewnym stopniu zagrażać roślinom, powodując infekcje wirusowe – liściozwoju ziemniaka (PLRV), wirusa Y ziemniaka (PVY) oraz wirusów M (PVM) i S (PVS) – groźnych zwłaszcza dla nasiennych plantacji ziemniaka. Wektorami tych



Fot. 40 Pędrak (fot. P. Strażyński)



Fot. 41. Uskrzydłona mszyca brzoskwiniowa (fot. P. Strażyński)

wirusów są wymienione wcześniej gatunki mszyc, a wśród „nieziemniaczanych” – głównie mszyca burakowa (*A. fabae* Scop.) (fot. 45) i mszyca ziemniaczana średnia (*Aulacorthum solani* Kalt.) (fot. 46) (Gabriel 1959, 1961; Berliński 1968; Kostiw 1987, 2011; Kostiw i Robak 2008, 2010, 2012, 2013; Wróbel i Robak 2015).

Najważniejsze znaczenie gospodarcze wśród mszyc zasiedlających ziemniaki ma mszyca brzoskwiniowa, której populacja odradza się po wieloletniej tendencji spadkowej (Kostiw 2013). Gatunek ma znaczenie gospodarcze pośrednie, głównie jako nosiciel około 100 wirusów roślinnych porażających m.in. liście i pędy ziemniaczane (Kochman i Węgorzek 1978). Natomiast żerowanie bezpośrednie (wysysanie i niszczenie tkanki liściowej) dopiero przy skupieniu około 35 osobników na liściu może wyrządzić szkody sięgające 25% (Wnuk 1999).

Wyniki wieloletniego monitoringu wykazały, że w Polsce 10 gatunków mszyc „nieziemniaczanych” nalatujących na uprawy ziemniaka charakteryzowało się dużą liczebnością, często znacznie przewyższającą liczebność mszyc „ziemniaczanych”. Również ich migracja wiosenna rozpoczynała się w terminie wcześniejszym niż mszyc „ziemniaczanych”. Na tej podstawie przypuszcza się, że mogą one mieć znaczenie gospodarcze jako wektory wirusów przenoszonych na kłujce, tym bardziej, że wcześniejsze badania wykazały ich zdolność przenoszenia wirusów w warunkach laboratoryjnych (Kostiw 1987; Kostiw i Robak 2008).



Fot. 42. Kolonia mszycy brzoskwiniowej na ziemniaku (fot. P. Strażyński)



Fot. 43. Uskrzydłona mszyca szklakowo-ziemniaczana (fot. P. Strażyński)



Fot. 44. Nieuskrzydłona mszyca szklakowo-ziemniaczana (fot. P. Strażyński)



Fot. 45. Mszyca burakowa (fot. P. Strażyński)



Fot. 46. Mszyca ziemniaczana średnia (fot. P. Strażyński)

Skoczki

Wśród skoczków mogących zasiedlać plantacje ziemniaka, powodując szkody, najczęściej występuje skoczek sześciorek (*Macrosteles leavis* Ribaut), skoczek czarnopłamek (*Eupteryx atropunctata* Goeze) i skoczek ziemniaczak (*Empoasca pteridis* Dalb.) (fot. 47). Skoczki to niewielkie, bardzo ruchliwe owady o wydłużonym kształcie i długości do około 4 mm.

Szkodliwe są zarówno osobniki dorosłe, jak i larwy. Odżywiają się sokami roślin wysysanymi przy użyciu klójki na wszystkich nadziemnych częściach roślin. Objawy żerowania skoczków to niewielkie, nekrotyczne plamki wokół nakłuć, trudno dostrzegalne gołym okiem. Przy dużym nasileniu mogą powodować deformację liści, a nawet zamieranie całych roślin. O wiele groźniejsza jest pośrednia szkodliwość skoczków – są one wektorami patogenów powodujących choroby ziemniaka. W miejscach uszkodzeń tkanki mogą dostawać się bakterie i zarodniki grzybów. Patogeneza wielu chorób ziemniaka nie jest jeszcze dokładnie poznana. Możliwe, że oprócz mszyc podobną pośrednią szkodliwością cechują się także skoczki występujące na ziemniakach (Wójtowicz i Mrówczyński 2016).

Stonka ziemniaczana

Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say) występuje powszechnie i corocznie na plantacjach ziemniaka. Charakterystyczny chrząszcz wielkości około 1 cm ma ciało barwy oliwkowożółtej, na pokrywach skrzydeł 10 czarnych pasków (fot. 48). Jaja są pomarańczowe, podłużne, składane w złożach



Fot. 47. Skoczek ziemniaczak (fot. T.Klejdyś)

po 20–30 sztuk (fot. 49). Larwy są barwy czerwonej z czarną głową i odnóżami, dorastają do 15 mm. Chrząszcze zimują w glebie. Wiosną opuszczają zimowisko, przelatują na plantacje ziemniaka i rozpoczynają żerowanie. Po kilku dniach samice składają po 400–600, a nawet do 3000 jaj. Wylęgłe larwy od razu żerują, po czym schodzą do gleby w celu przepoczwarczenia (Wójtowicz i Mrówczyński 2016).

Najistotniejszy wpływ na ograniczenie plonowania ziemniaka mają szkody spowodowane żerowaniem larw, już od pierwszych stadiów. Larwy L_1 wygryzają małe otworki w liściach (fot. 50). Z kolei starsze stadia (fot. 51) i dorosłe chrząszcze niszczą liście od krawędzi do nerwu głównego, a następnie zjadają ogonki liściowe i całe pędy, doprowadzając do całkowitych gołożeń.



Fot. 48. Chrząszcze stonki ziemniaczanej (fot. P. Strażyński)



Fot. 49. Złoże jaj stonki ziemniaczanej (fot. P. Strażyński)



Fot. 50. Larwy L₁ stonki ziemniaczanej (fot. P. Strażyński)



Fot. 51. Starsze stadia larwalne stonki ziemniaczanej (fot. P. Strażyński)

Odmiany wczesne i średnio wczesne ziemniaka opalone przez stonkę naj- silniej reagują stratą plonu. Na niechronionych chemicznie plantacjach plon bulw może się zmniejszyć o 20–30%, a w skrajnych przypadkach nawet o 70% i więcej. Zniszczenie powyżej 15% powierzchni asymilacyjnej roślin może spowodować straty plonu przekraczające 7 ton z hektara. Ziemniaki silnie zaatakowane przez stonkę dają niższy i gorszej jakości plon (duży udział bulw drobnych). Podstawo- wym terminem zwalczania stonki ziemniaczanej jest okres, gdy na plantacji więk- szość larw znajduje się w stadiach L_2 – L_3 .

Przędziorki

Przędziorki to niewielkie pajęczaki, średnio wielkości 0,5 mm. Plantacjom ziem- niaka może zagrażać przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae* Koch.), sze- roko rozpowszechniony, polifagiczny gatunek. W Polsce występuje pospolicie w uprawach polowych i pod osłonami. Zakres jego roślin żywicielskich obejmuje ponad 300 gatunków roślin uprawnych i dziko rosnących. Może tworzyć na roślin- ach bardzo liczne kolonie, przemieszczając się w obrębie uprawy po charaktery- stycznym oprzędzie. Przędziorki żerują głównie na dolnej stronie liści, nakłuwa- jąc je i wysysając soki. Uszkodzone liście usychają i wcześniej opadają.

Przędziorki migrują zwykle z zarośli, miedz i innych upraw, dlatego pierwsze objawy ich obecności występują od brzegów pól. W miarę rozwoju i wzrostu li- czebności populacji przemieszczają się w głąb uprawy. Przędziorki pojawiają się na ziemniakach zwykle w połowie maja, a objawy są zauważalne na przełomie czerwca i lipca (Wójtowicz i Mrówczyński 2016).

Spośród pozostałych gatunków szkodników mogących lokalnie powodować potencjalne straty w uprawach ziemniaków należą: mączliki, miniarki, turkuć podjadek, zmieniki, krępaki oraz ślimaki. W Europie (Hiszpanii, Portugalii) po- jawił się kilka lat temu nowy szkodnik ziemniaka o statusie kwarantannowym – pchełka ziemniaczana. Prawdopodobnie szkodnik ten aklimatyzuje się w rejonie i w przyszłości może rozprzestrzeniać się na inne kraje (Wójtowicz i Mrówczyń- ski 2016).

7.1.2. Metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami owadów

Niechemiczne metody ochrony przed najważniejszymi gatunkami owadów

Metoda agrotechniczna

Prawidłowo prowadzona integrowana ochrona roślin powinna zakładać wyko- rzystanie w szerokim spektrum metod niechemicznych, w tym przede wszystkim metod agrotechnicznych (tab. 28). Prawidłowa, pełna agrotechnika, terminowe przeprowadzenie podorywek, orki i zabiegów pielęgnacyjnych znacznie ułatwia

Tabela 28. Agrotechniczne metody ograniczania szkodników ziemniaka

Szkodnik	Metody i sposoby ograniczania
Drutowce	agrotechnika, terminowe przeprowadzanie podorywek i orki, unikanie uprawy ziemniaków po ugorach lub wieloletnich uprawach, płodozmian, niszczenie chwastów
Gryzonie	agrotechnika, podorywki, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów
Mączliki	izolacja przestrzenna od upraw pod osłonami, szczególnie pomidorów
Mszyce	zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna od okopowych, zakrzewień, sadów brzoskwińowych, walka z zachwaszczeniem
Pędraki	agrotechnika, płodozmian, podorywki, talerzowanie, orka, spulchnianie gleby, niszczenie chwastów, unikanie uprawy ziemniaków po ugorach lub wieloletnich uprawach
Przędziorki	ograniczanie zachwaszczenia i resztek roślinnych, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna, głównie od roślin sadowniczych i ozdobnych
Rolnice	agrotechnika, terminowe przeprowadzanie podorywek i orki, izolacja przestrzenna, unikanie uprawy ziemniaków po ugorach lub wieloletnich uprawach, zwalczanie chwastów, zwiększenie nawożenia
Skoczki	ograniczanie zachwaszczenia, izolacja przestrzenna od łąk i nieużytków
Stonka ziemniaczana	agrotechnika, płodozmian, izolacja przestrzenna, zrównoważone nawożenie
Zmieniki	izolacja przestrzenna od innych upraw, szczególnie wieloletnich bobowatych

zwalczanie szkodników glebowych i ogranicza jego koszty. Usuwanie chwastów oraz resztek poźniwnych, a także przestrzeganie płodozmianu. ogranicza występowanie nicieni (Häni i wsp. 1998; Pruszyński i Wolny 2009; Pruszyński i wsp. 2012). Przestrzeganie podstawowych zaleceń agrotechnicznych ma duże znaczenie i jest podstawą skutecznych programów ochrony ziemniaka przed szkodnikami.

Metoda hodowlana

Ukierunkowana jest na ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki w danym siedlisku przez zapobieganie odporności i dobór mniej podatnych odmian. W przypadku uprawy ziemniaka znajduje ona zastosowanie w ograniczaniu szkodliwości niektórych gatunków agrofagów – przede wszystkim dostępne są odmiany mątwikoodporne, które należy uprawiać w rejonach o podwyższonym zagrożeniu ze strony tych szkodników. Istotny jest również dobór odpowiedniej

odmiany pod kątem wymagań glebowych i klimatycznych, ponieważ tylko prawidłowe warunki wzrostu i rozwoju roślin pozwalają ograniczyć ryzyko strat, także ze strony szkodników.

Metoda biologiczna

Oparta jest na zastosowaniu w ochronie środków biologicznych i biotechnicznych oraz wykorzystaniu oporu środowiska (organizmów pożytecznych – np. biedronkowatych, złotooków, bzygowatych, pajaków, gąsieniczników i innych parazytoidów) w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Jednym z aspektów ochrony biologicznej są działania w kierunku zachowania lub tworzenia bioróżnorodności w agrocenozie (Hołubowicz-Kliza i Mrówczyński 2013; Pruszyński 2016). Obecnie dostępny jest środek biologiczny do zwalczania stonki ziemniaczanej, który jako substancję czynną zawiera bakterie *Bacillus thuringiensis*.

Chemiczne metody ochrony przed najważniejszymi gatunkami owadów

Metody oceny zagrożenia plantacji

Lustracja plantacji

Podstawowym elementem prawidłowo wyznaczonego terminu zwalczania jest monitoring nalotów oraz liczebności szkodników. Monitoring prowadzi się przede wszystkim w oparciu o lustracje wzrokowe, czy w przypadku szkodników glebowych – przesiewanie gleby. Przydatne są również inne metody, takie jak czerpakowanie czy tablice lepowe. Podstawową metodą lustracji plantacji jest lustracja wzrokowa (obchód pieszo). W zależności od kształtu pola, powinna obejmować brzeg oraz dwie przekątne plantacji. W zależności od gatunku agrofaga, należy sprawdzić średnią liczbę szkodników na 1 m² lub na 100 losowo wybranych roślinach. Obserwacje takie należy przeprowadzić w kilku miejscach plantacji. Pomocną metodą może być czerpakowanie. To łatwy i szybki sposób wstępnej oceny składu gatunkowego oraz liczebności owadów znajdujących się na danej plantacji. Ten sposób monitoringu, przy prawidłowym zastosowaniu, pozwala w stosunkowo krótkim czasie uzyskać wstępne informacje nie tylko o szkodnikach, ale również o innych owadach, w tym pożytecznych znajdujących się na plantacji. Należy jednak pamiętać, iż metoda ta nie jest precyzyjna i w razie wykrytego zagrożenia powinno się przeprowadzić bardziej szczegółowe lustracje plantacji. Dla potrzeb wstępnej lustracji należy wykonać 25 uderzeń czerpakiem entomologicznym od brzegu plantacji, wchodząc w jej głąb. Czerpakowanie należy zawsze przeprowadzić w miejscu najbardziej narażonym na naloty szkodników, na przykład od strony ubiegłorocznej lokalizacji danej uprawy. Obserwacje nad występowaniem szkodników glebowych polegają na przesianiu gleby z kilku miejsc z wykopanych dołków o wymiarach 25 × 25 cm oraz głębokości 30 cm.

Monitoring należy prowadzić zarówno w celu określenia momentu nalotu i liczebności owadów szkodliwych na plantację, jak również po zabiegu w celu sprawdzenia skuteczności zwalczania. W przypadku niezadowalającej skuteczności, wystąpienia odporności lub przedłużających się nalołów owadów szkodliwych takie postępowanie daje możliwość szybkiej reakcji i w miarę potrzeby powtórzenia zabiegu. Ze względu na wiele czynników determinujących występowanie szkodników monitoring należy prowadzić na każdej plantacji. Prowadzenie prawidłowych lustracji wymaga wiedzy na temat morfologii (wyglądu) oraz biologii (np. termin występowania – rysunek) szkodników. Niezależnie od stosowanej metody monitoringu wyniki obserwacji powinny być zapisywane.

Progi ekonomicznej szkodliwości

Próg szkodliwości ekonomicznej to takie nasilenie szkodników, gdzie wartość spodziewanej straty w plonie jest większa od łącznych kosztów zabiegów. Próg szkodliwości jest wartością orientacyjną. W zależności od wielu innych czynników, takich jak warunki agrometeorologiczne, faza rozwojowa oraz kondycja roślin, obecność innych organizmów szkodliwych czy występowanie wrogów naturalnych na plantacji, wartość progów ekonomicznej szkodliwości może ulegać zmianom. Progi ekonomicznej szkodliwości są zatem wsparciem, które wraz z oceną innych czynników powinno pomóc producentowi w podjęciu decyzji o przeprowadzeniu zabiegu chemicznego.

Terminy obserwacji i progi ekonomicznej szkodliwości dla poszczególnych szkodników na plantacjach ziemniaka przedstawiono w tabeli 29.

Systemy wspomagania decyzji

Jednym z narzędzi ułatwiających wdrożenie zasad integrowanej ochrony roślin są systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie roślin. Systemy te są pomocne w określaniu optymalnych terminów wykonywania zabiegów ochrony roślin (w korelacji z fazą wzrostu rośliny, biologią szkodnika i warunkami pogodowymi), a tym samym pozwalają uzyskać wysoką efektywność tych zabiegów przy ograniczeniu stosowania chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum.

Internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów, prowadzona przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy i instytucje partnerskie, zawiera m.in. wyniki monitorowania w wybranych lokalizacjach poszczególnych stadiów rozwojowych agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego. Jeśli w danym przypadku zostanie przekroczony próg ekonomicznej szkodliwości, system wskazuje na konieczność wykonania zabiegu. Ponadto system zawiera część instruktażową, dzięki której można prawidłowo kontrolować plantacje i podejmować decyzje o optymalnym terminie zabiegu. Dla każdego gatunku agrofaga podano podstawowe informacje o jego morfologii, biologii oraz metodach prowadzenia obserwacji polowych, a także wartości progów ekonomicznej szkodliwości.

Tabela 29. Terminy obserwacji i progi ekonomicznej szkodliwości szkodników ziemniaka

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Drutowce	przed sadzeniem	10–20 larw na 1 m ²
Mątwik ziemniaczany	przed sadzeniem	do 10 jaj z żywymi larwami na 1 g gleby
Mszyce	po wschodach roślin	wektory chorób wirusowych: 5–10 mszyc na 100 liści – plantacje nasienne, 10–20 mszyc na 100 liści – plantacje produkcyjne szkodnik bezpośredni: 500 mszyc na 100 liści
Pędraki	przed sadzeniem	4–5 pędraków na 1 m ²
Rolnice	przed sadzeniem	6 gąsienic na 1 m ²
Stonka ziemniaczana	po wschodach roślin	10 złóż jaj na 10 roślin lub 15 larw na 1 roślinie, albo 1–2 chrząszczy zimujących na 25 roślin

Więcej informacji o systemach wspomagania decyzji można znaleźć na stronach [www: Instytutu Ochrony Roślin – PIB](http://www.ior.poznan.pl), [Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB](http://www.iung.pulawy.pl), [Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi](http://www.minrol.gov.pl), [Centralnego Doradztwa Rolniczego](http://www.cdr.gov.pl), [Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa](http://www.piorin.gov.pl):

<http://www.ior.poznan.pl>, <http://www.iung.pulawy.pl>, <http://www.ihar.edu.pl>,
<http://www.imgw.pl>, <http://www.minrol.gov.pl>, <http://www.cdr.gov.pl>,
<http://www.piorin.gov.pl>

Dobór środka ochrony roślin

Stosowanie selektywnych chemicznych środków ochrony roślin jest obecnie i pozostanie w najbliższych latach podstawową metodą ochrony upraw przed agrofagami. Dla większości gatunków szkodników nie ma obecnie opracowanych alternatywnych metod i sposobów ich zwalczania. **Środki ochrony roślin należy stosować w sposób bezpieczny dla środowiska, zgodnie z etykietą.** Podstawowym czynnikiem decydującym o wyborze środka chemicznego jest temperatura, w której działa najskuteczniej, oraz okres karencji i prewencji. Ponadto prawidłowo dobrana dawka środka ochrony roślin, odpowiednie przygotowanie cieczy użytkowej i właściwie wykonany zabieg opryskiwania roślin mogą decydować o skuteczności zabiegu. Okres karencji to ściśle określony przepisami czas dla każdego chemicznego środka ochrony roślin, jaki musi upłynąć od jego ostatniego zastosowania do zbioru plonu. Okres prewencji to czas po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym człowiek

i zwierzęta nie powinni stykać się, ani przebywać w pobliżu miejsc, także w obiektach, w których zastosowano środek ochrony roślin. Istotnym zagadnieniem dotyczącym stosowania środków chemicznych jest możliwość powstania odporności szkodników na insektycydy (w ostatnich latach szczególnie zauważalny w przypadku mszyc). Dokonując wyboru środków ochrony roślin, należy uwzględnić preparaty stosowane na danych uprawach w latach poprzednich.

Wykonując zabiegi chemicznego zwalczania owadów, stosuje się insektycydy z różnych grup chemicznych przemiennie, aby w wyniku aplikowania jednego preparatu nie doprowadzić do wykształcenia się odporności szkodnika. Źródłem wielu informacji dotyczących cech środka, okresów karencji i prewencji, toksyczności dawek, a także ryzyka stwarzanego dla środowiska (w tym wodnego) jest etykieta środka ochrony roślin.

Zabiegi chemiczne prowadzi się za pomocą zarejestrowanych do tego celu insektycydów. Na bieżąco należy sprawdzać rejestr środków dedykowanych do ochrony ziemniaka na następujących stronach internetowych: <http://www.ior.poznan.pl>; <http://www.minrol.gov.pl>. Aktualnie zarejestrowana jest jedna **fungicydowo-insektocydowa zaprawa nasienna** przeciwko mszycom, drutowcom, pędrakom i stonce ziemniaczanej.

7.2. Ograniczanie szkodliwych gatunków nicieni

7.2.1. Najważniejsze szkodliwe gatunki nicieni

Badanie składu gatunkowego nicieni – pasożytów roślin stowarzyszonych z objawami zahamowania wzrostu – przeprowadzone na terenie Wielkopolski, wykazały obecność 36 gatunków należących do 15 rodzajów, w tym gatunki powodujące straty w uprawie ziemniaka (Zamojska 2003). Najważniejszymi szkodnikami upraw ziemniaka są mątwiki z rodzaju *Globodera* (Skarbilovich, 1959), niszczyk ziemniaczak (*Ditylenchus destructor* Thorne, 1945), niektóre gatunki krępaków z rodzajów *Trichodorus* Cobb, 1913 i *Paratrachodorus* Siddiqi, 1974 oraz guzaki (*Meloidogyne* Chitwood, 1949).

Mątwiki

Szkodliwość w uprawie ziemniaka wykazują mątwik ziemniaczany [*Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923)] oraz mątwik agresywny [*G. pallida* (Stone 1973)]. Gatunki te są obligatoryjnymi pasożytami roślin, rozwijającymi w cyklu rozwojowym cysty (fot. 52), które ochraniają zawarte w nich stadia młodociane, umożliwiając im zachowanie żywotności nawet przez 20 lat. Stymulowane temperaturą oraz wydzielinami korzeniowymi, cysty opuszczają osobniki młodociane J2 („larwy inwazyjne”) przemieszczające się w glebie, w kierunku korzeni roślin.

Po wnikięciu do tkanek korzeni J2 nieruchomieją, przechodzą kolejne linienia, aby przez stadium J3 i J4 uzyskać dojrzałość płciową. Ciała osobników żeńskich grubieją, przyjmując kulisty kształt, natomiast formy męskie przez cały okres życia pozostają robakowate. Dojrzałe samce opuszczają korzenie roślin, zapładniają samice i giną. Zapłodnione samice składają jaja, a oskórki ich ciała stają się brązowe. Po zaprzestaniu odżywiania tracą one połączenie z rośliną i „schodzą” do ziemi. Jedna cysta zawierać może nawet 500 jaj i osobników młodocianych. W warunkach klimatycznych północnej Europy, w sezonie wegetacyjnym rozwija się jedno pokolenie nicienia.

Roślinami żywicielskimi wymienionych wyżej gatunków mątwików są rośliny z rodziny psiankowatych (Solanaceae Juss.). Oprócz ziemniaka (*S. tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) roślinami żywicielskimi mątwika ziemniaczanego są: pomidor (*S. lycopersicum* L.) obojętny (*S. melongena* L.) oraz *Datura* spp., lulek czarny (*Hyosceamus niger* L.) i psianka słotkogórz (*S. dulcamara* L.). Mątwik agresywny rozwija się również na *S. melongena*, *S. lycopersicum*, *H. niger*. Oba gatunki mątwików, pod względem zdolności rozwoju na ziemniaku, są wewnętrznie zróżnicowane. Wśród występujących w Europie populacji *G. rostochiensis* wyodrębniono pięć patotypów (Ro1 – Ro5), natomiast wśród *G. pallida* trzy patotypy (Pa1 – Pa3). W Polsce znaleziono dotąd populacje mątwika ziemniaczanego reprezentujące Ro1, Ro3 i Ro5 (<http://pw.ihar.edu.pl/aktualnosci/sledzenie-wystepowania-patotypow-matwika-ziemniaczanego-i-agresywnego-na-polach-uprawnych-na-terenie-polski/>). W ostatnim czasie, w efekcie monitorowania występowania mątwików tworzących cysty na ziemniaku, znaleziono w Polsce populację mątwika agresywnego (Karnkowski i wsp. 2012). Niestety, nie określono patotypu, który reprezentuje. Wcześniejsze dostępne źródła podają, że znajdowane w latach 90. populacje *G. pallida* należały do Pa3 (Sztangret-Wisniewska 2007), patotypu najczęściej znajdowanego na terenie Europy.

Jak wiele nicieni pasożytów roślin, również mątwiki nie wywołują wystąpienia charakterystycznych objawów na nadziemnych częściach roślin. Porażenie ziemniaka przez mątwiki może sugerować obecność skupisk roślin wykazujących objawy zahamowania wzrostu, tj. wyraźnie mniejszych, więdnących, o żółtych i gorzej wykształconych liściach. Objawem bezpośrednio świadczącym o obecności mątwików są występujące na korzeniach roślin samice nicienia. Na wystąpienie mątwika ziemniaczanego wskazywać będą złote kulki, możliwe do zaobserwowania na korzeniach już przy użyciu lupy o dwu-trzykrotnym powiększeniu (fot. 53). W przypadku wystąpienia mątwika agresywnego obserwuje się kulki koloru mlecznobiałego (fot. 54).

Niszczyc ziemniaczak

Ditylenchus destructor jest gatunkiem dwupłciowym, którego wszystkie stadia rozwojowe (z wyjątkiem jaja) są robakowate, mają zdolność ruchu oraz zdolność porażenia tkanek roślin. Przyjmuje się, że około 100 gatunków roślin to żywiele

niszczyka ziemniaczaka. Należą do nich rośliny dziko rosnące i uprawne (rolnicze, warzywa, rośliny ozdobne), a także wiele gatunków chwastów. Niszczyc ziemniaczak posiada także zdolność rozwoju na grzybni około 40 gatunków grzybów. Długość cyklu rozwojowego niszczyka ziemniaczaka determinują temperatura oraz gatunek rośliny. W temperaturze 20–24°C nicień rozwija jedno pokolenie w czasie od 20 do 26 dni, w temperaturze 6–10°C cykl rozwojowy trwa 68 dni, a temperatura 27–28°C skraca ten czas do 18 dni (Stefan 1995).

Źródłem porażenia niszczykiem mogą być bulwy oraz gleba. W czasie wegetacji ziemniaka nicienie z porażonych bulw przechodzą do zdrowych tkanek, uszkadzając młode bulwy. Nicienie mogą także zarażać młode bulwy ziemniaka przez zranienia lub naturalne otwory.

Porażenie roślin przez niszczyka ziemniaczaka nie wywołuje wystąpienia charakterystycznych objawów na nadziemnych częściach roślin. Karłowatość roślin oraz pofałdowane blaszki liściowe można zaobserwować tylko w sytuacji bardzo silnego porażenia bulw. Objawy wskazujące na wystąpienie *D. destructor* występują na bulwach. Są one niewidoczne w początkowej fazie rozwoju choroby, chociaż można zaobserwować na bulwach niewielkie, białe plamy po zdjęciu skórki, wskazujące na obecność niszczyka. W kolejnych fazach na powierzchni bulw pojawiają się ciemniejsze plamy przypominające pergaminowy papier (fot. 55). Na przekroju bulwy widoczne są miejsca uszkodzonej, gąbczastej tkanki (fot. 56). Uszkodzone tkanki stają się naturalnym miejscem wtórnych infekcji bakteryjnych i grzybowych.

Krępaki

Krępaki są pasożytami migrującymi. Ich cykl życiowy przebiega poza tkankami korzeni, w glebie. Nicienie wprowadzają przedni odcinek ciała do wnętrza korzeni podczas żerowania. Krępaki są pasożytami około 100 gatunków roślin uprawnych, dziko rosnących oraz chwastów. W rozwoju osobniczym tych nicieni występują: jajo, cztery stadia młodociane (J1–J4) oraz samice i samce. Formy młodociane J2–J4 oraz osobniki dorosłe mają robakowaty kształt, posiadają zdolność ruchu oraz zachowują zdolność odżywiania się.

Cykl rozwojowy krępaków zależy od temperatury i u konkretnego gatunku trwać może nawet do 45 dni. Liczebności populacji mogą wielokrotnie wzrastać, np. populacja krępaka gruboskórka zwiększyła liczebność aż 30-krotnie w ciągu czterech miesięcy. Krępaki przenoszą wirusy chorób roślin. Wektorami są zarówno stadia młodociane, jak i osobniki dorosłe. Nicienie pobierają wirusy podczas odżywiania i mogą one pozostać w ciele nicienia nawet przez kilka miesięcy, zachowując swoją zdolność infekcji. W ciele nicienia wirusy zlokalizowane są na ściankach torebki gębowej, gardzieli oraz sztyletu skąd uwolnione zostają do kolejnej rośliny, podczas kolejnego żerowania nicienia. Ponieważ wirusy charakteryzuje różne powinowactwo w stosunku do nicienia, nie wszystkie osobniki w populacji są ich wektorami.

Guzaki

Guzaki to obligatoryjne pasożyty roślin. Źródłem zakażenia nicieniami są szczątki roślin z przyczepionymi do nich złożami jajowymi oraz porażona gleba. Inwazyjne stadia młodociane wnikają do tkanek roślin, nieruchomieją i przechodząc przez kolejne stadia osiągają dojrzałość płciową. Porażają rośliny jedno- i dwuliścienne, uprawne oraz dziko rosnące. Na korzeniach porażonych roślin widoczne są charakterystyczne wyrosła zwane guzami, powstałe na skutek współdziałania nicieni z tkankami roślin żywicielskich.

Spośród gatunków występujących na ziemniaku, w Polsce stwierdzono porażenie tej rośliny przez guzaka północnego (*M. hapla* Chitwood, 1949) (Wilski 1971; Karnkowski i wsp. 2013). Na korzeniach obserwowano obecność guzów, podobnych do tych, jakie powstają na korzeniach innych roślin żywicielskich (fot. 57). Obserwowane bulwy nie wykazywały żadnych objawów zewnętrznych wskazujących na porażenie. Dopiero po zdjęciu skórki, często w okolicach oczek, w miąższu widoczne były nekrotyczne plamki, charakterystyczne dla obecności samic guzaka (fot. 58).

7.2.2. Metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami nicieni

Niechemiczne metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami nicieni

Metoda profilaktyczna

Podstawowym działaniem ochrony upraw przed szkodami wywołanymi przez nicienie jest badanie prowadzone pod kątem występowania szkodników. W zależności od rodzaju i gatunku nicienia można przeprowadzić analizę gleby oraz dokonać obserwacji wystąpienia nicieni na korzeniach lub bulwach. Zaleca się, aby badanie to wykonać w roku poprzedzającym wprowadzenie docelowej uprawy na pole.

- W przypadku mątwików podstawowym działaniem jest badanie gleby, z której izoluje się cysty nicieni. Można też przeprowadzić obserwację systemu korzeniowego roślin w okresie ich kwitnienia. W sytuacji występowania mątwików na korzeniach roślin obserwuje się samice nicieni. Ważne jest także określenie patotypu, gdyż dane te umożliwiają wprowadzenie na pole właściwej odmiany ziemniaka.
- Stwierdzenia wystąpienia niszczyka ziemniaczaka można również dokonać na podstawie obserwacji bulw, a wyizolowane z nich osobniki poddawane zostają dalszej diagnostyce w celu jednoznacznego określenia gatunku.
- W celu stwierdzenia obecności krępaków zaleca się wykonanie analizy gleby. Jednak w przypadku tych nicieni dodatkowym wskazaniem ich wystąpienia w glebie jest zdiagnozowanie czopowatości bulw ziemniaka. Chorobę tę przenoszą wybrane gatunki krępaków.
- Informacji na temat występowania guzaka w glebie dostarczy, poza analizą samej gleby, badanie makroskopowe korzeni roślin. Ponieważ guzak północny

jest pasożytem roślin dwuliściennych, na ich korzeniach wystąpią charakterystyczne guzy.

Ograniczeniu liczebności szkodliwych gatunków służą zabiegi zapobiegające wprowadzeniu nicieni na pole oraz ich rozwlekaniu na polu, na którym występuje. W celu uniemożliwienia wprowadzenia szkodników na pole zaleca się sadzenie tylko bulw wolnych od nicieni. Zapobieganiu zawleczenia oraz rozwlekaniu nicieni służy zachowanie higieny, tj. oczyszczanie narzędzi i sprzętów wykorzystywanych wcześniej do pracy na obszarze występowania szkodników.

Metoda agrotechniczna

Jedną z metod służących ograniczaniu szkodliwości nicieni jest stosowanie właściwego płodozmianu.

- Z uwagi na fakt, iż mątwik ziemniaczany oraz mątwik agresywny są gatunkami kwarantannowymi, zagadnienie występowania ziemniaka oraz innych gatunków roślin z rodziny psiankowatych na polu związane jest z obowiązującymi w tym zakresie przepisami (Dyrektywa Rady 2007/33/UE; Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 października 2010 r. w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzenianiu się mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) i mątwika agresywnego (*Globodera pallida* Dz. U. nr 196, poz. 1303).
- Z uwagi na dużą liczbę roślin żywicielskich możliwość ograniczenia liczebności krępaków oraz niszczyka ziemniaczaka za pomocą płodozmianu jest znikoma. W przypadku stwierdzenia wystąpienia *D. destructor* zaleca się zaprzestanie uprawy ziemniaka na okres od 3 do 5 lat oraz wprowadzanie do płodozmianu roślin, które nie mają znaczenia w podtrzymywaniu populacji niszczyka, np. wyki, łubin, marchwi, pomidora, owsa, cebuli, buraka cukrowego, seradeli, fasoli, pietruszki, buraka ćwikłowego, pora, selera, kalarepy czy kalafiora.
- Ponieważ guzak północny jest gatunkiem pasożytującym na roślinach dwuliściennych, ograniczanie jego szkodliwości wspiera wprowadzenie do płodozmianu upraw jednoliściennych – zbóż i kukurydzy przez okres od 2 do 3 lat.

W ograniczeniu liczebności szkodliwych nicieni znaczenie mają również zabiegi agrotechniczne, przeprowadzone szczególnie przed uprawą, np. spulchnienie gleby, które może eliminować osobniki wrażliwe na spadek poziomu wilgotności gleby, usuwanie samosiewów oraz usuwanie chwastów.

Metoda hodowlana

Metoda hodowlana wiąże się z wprowadzeniem na pole odmian mniej podatnych na porażenie przez nicienie. Publikacja COBORU pt. „Lista odmian roślin rolniczych” zamieszcza spis odmian ziemniaka z informacjami odnośnie odporności

na konkretny gatunek i patotyp mątwika. Podaje również wielkość poziomu odporności każdej odmiany. Dane te umożliwiają zastosowanie optymalnego rozwiązania w sytuacji zagrożenia wystąpienia określonego patotypu mątwika. Zarówno polskie, jak i zagraniczne badania poziomu podatności odmian ziemniaka na porażenie przez niszczyka ziemniaczaka wykazały jej zróżnicowanie. Za bardzo podatną uznana została odmiana Irys, u której zaobserwowano porażenie aż 66% bulw, natomiast odmiany Mazur i Innovator określono jako średnio podatne (Stefan 1980). W pracy Mwaura i wsp. (2014) odmiany ziemniaka podzielono na: podatne i bardzo podatne, do których zaliczono odmiany Amyla, Avenir, Bintje, Cardinal, Désirée, Dore, Draga, Epicure, Ewerest, Golden Wonder, Hannibal, Irys, Kennebeck, Kerr's Pink i Montana; średnio podatne – Mazur i Rachel, oraz bardzo słabo podatne – do tej kategorii zaliczono odmianę Rode Star. Obecnie brak informacji na temat podatności odmian ziemniaka na porażenie krępakami i guzakiem północnym.

Chemiczne metody ochrony przed szkodliwymi gatunkami nicieni

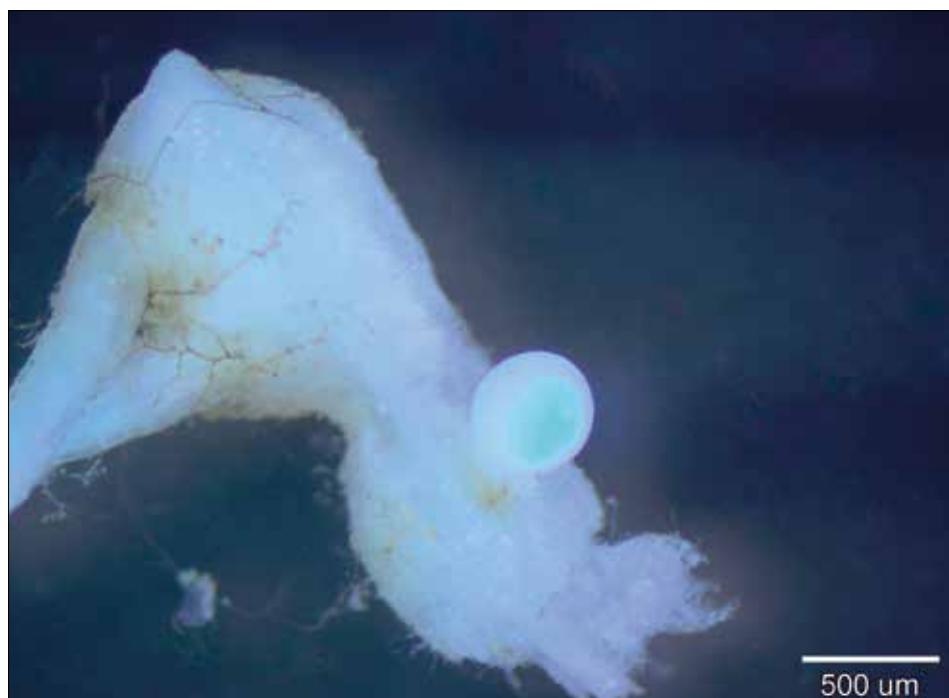
Obecnie zarejestrowane są dwa preparaty chemiczne służące zwalczaniu nicieni w uprawie ziemniaka: Nemathorin 10GR (substancja czynna: fostiazat) do zwalczania mątwika ziemniaczanego oraz Vydate 10G (substancja czynna: oxamyl) do zwalczania nicieni w uprawie ziemniaka. Szczegółowe informacje dotyczące sposobu aplikacji znajdują się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi.



Fot. 52. Cysty i samice mątwika ziemniaczanego (fot. R. Dobosz)



Fot. 53. Samica mątwika ziemniaczanego na korzeniu rośliny (fot. R. Dobosz)



Fot. 54. Samica mątwika agresywnego na korzeniu rośliny (fot. R. Dobosz)



Fot. 55. Bulwy ziemniaka porażone przez niszczyka ziemniaczaka (fot. R. Dobosz)



Fot. 56. Przekrój bulwy porażonej przez niszczyka ziemniaczaka (fot. R. Dobosz)



Fot. 57. Guz z widocznym złożem jajowym na korzeniu pomidora wywołany obecnością guzaka północnego (fot. R. Dobosz)



Fot. 58. Bulwa ziemniaka porażona przez *Meloidogyne hapla* – z widocznymi nekrotycznymi plamkami w miejscu występowania samic (fot. M. Stadnicka)

8. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

Odporność agrofagów ziemniaka na środki ochrony roślin przeznaczone do ochrony tego gatunku stanowi bardzo poważny problem i w związku z tym zjawisko to jest stale monitorowane. Jest to zjawisko naturalne, charakteryzujące się dziedziczną w kolejnych pokoleniach zdolnością przeżywania zabiegów chemicznych ochrony roślin przez gatunki szkodliwych organizmów, które początkowo wykazywały wrażliwość na daną substancję chemiczną. Dotyczy wszystkich grup agrofagów (wirusów, bakterii, grzybów, lęgniowców, rozmaitych gatunków szkodników zwierzęcych i chwastów) i wszystkich najważniejszych środków ochrony, a więc insektycydów, fungicydów, herbicydów i innych. Pewne trudności w ochronie ziemniaka wynikają z dużej liczby gatunków wymagających zwalczania, co wymaga licznych zabiegów stanowiących silny nacisk selekcyjny, prowadzący do wykształcania się odporności. U owadów, na przykład u stonki ziemniaczanej, mszyc i mączlików zaobserwowano wszystkie możliwe mechanizmy odporności oparte na fizjologii, zmianach zachowania, genetycznych i epigenetycznych. Bardzo duży potencjał odporności związany jest z historią ewolucji agrofaga, jego wyposażeniem genetycznym i poliformizmem zwalczanych populacji. Obecnie zjawisko uodporniania się organizmów na środki syntetyczne i biologiczne do ich zwalczania należy uznać za zjawisko naturalne.

W grupie owadów najgroźniejszym szkodnikiem ziemniaka o wysokim potencjale odporności pozostaje stonka ziemniaczana (*L. decemlineata* Say.), która rokrocznie występuje w nasileniu wymagającym chemicznego zwalczania. Szkodnik ten jest zwalczany chemicznie od ponad 150 lat, począwszy od 1867 r., kiedy to zastosowano pierwszy insektycyd – zieleń paryską. Przez kolejne lata stosowano DDT, a dzisiaj używa się insektycydów ze wszystkich wprowadzanych sukcesywnie grup chemicznych. Mimo to stonka nadal zagraża ziemniakowi (Węgorek 2007). Stanowi to dowód na bardzo wysoki potencjał odporności tego gatunku szkodnika. Dzięki badaniom naukowym można jednak ograniczać szkodliwość tego zjawiska i stosując właściwe strategie, odpowiednio je kontrolować i minimalizować. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu opracowuje i publikuje odpowiednie strategie. Podstawowym elementem strategii zapobiegania odporności agrofagów ziemniaka jest zmniejszenie presji selekcyjnej środków ochrony roślin. Jednak w przypadku przekroczenia progu

szkodliwości agrofaga lub konieczności wykonania zabiegu przy prognozie nieuniknionego jego wystąpienia [zaraza ziemniaka (*P. infestans*)] należy stosować rotację grup chemicznych.

W przypadku chwastów duży wpływ na powstawanie odporności na herbicydy mają właściwości biologiczne poszczególnych gatunków. Powstawanie osobników uodpornionych na herbicydy występuje szczególnie wśród gatunków wydających dużą liczbę łatwo przenoszących się na duże odległości nasion. Są to zwykle gatunki obcopolne, które dają kilka pokoleń w ciągu roku i wykazują dużą zmienność genetyczną. W Polsce do takich gatunków należą popularne chwasty jednoliścienne: miotła zbożowa, wyczyniec polny i owies głuchy, a spośród gatunków dwuliściennych – chaber bławatek i mak polny. Szybkość selekcji biotypów odpornych na herbicydy uzależniona jest także od mechanizmu działania herbicydów. Najszybciej, bo już po 5 latach, odporność chwastów pojawiła się po wprowadzeniu do praktyki herbicydów sulfonylomocznikowych, które działają jako inhibitory syntetazy acetylomleczanowej (ALS), natomiast najpóźniej stwierdzono odporność na herbicydy z grupy regulatorów wzrostu, działających jako inhibitory mitozy (syntetyczne auksyny), np. 2,4-D i MCPA (po blisko 20 latach). U miotły zbożowej odporność pojawia się głównie na herbicydy z grupy inhibitorów ALS, takich jak: chlorosulfuron, jodosulfuron, mezosulfuron i sulfosulfuron. Wzrasta również skala odporności miotły zbożowej i wyczyńca polnego na herbicydy z grupy inhibitorów karboksylazy acetylokoenzymu A (ACCazy) – fenoksaprop-P-etyl i pinoksaden. Natomiast chaber bławatek uodparnia się głównie na chlorosulfuron i tribenuron (inhibitory enzymu ALS).

Istnieje kilka symptomów wskazujących na możliwość rozwijania się odporności chwastów na herbicydy, a mianowicie, gdy: 1) pomimo aplikacji herbicydu na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji; 2) miejscem występowania skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz różne miejsca na plantacji; 3) pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone; 4) z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku; 5) na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania; 6) na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten herbicyd lub tę samą grupę chemiczną (Adamczewski 2014).

Podstawową zasadą przeciwdziałania odporności jest obecnie stały monitoring poziomu wrażliwości agrofagów na środki ochrony roślin.

Na tej samej uprawie ziemniaka zaleca się stosowanie określonej substancji czynnej tylko raz w sezonie wegetacyjnym. W miarę możliwości należy stosować rotację nie tylko substancji czynnych, ale przede wszystkim grup chemicznych o różnych mechanizmach działania.

Do przeprowadzenia zabiegu należy wybierać z danej grupy chemicznej substancje czynne o najwyższej skuteczności w stosunku do zwalczanego gatunku agrofaga. Substancje o słabszej skuteczności można stosować w przypadku nieznacznego przekroczenia przez populację agrofaga progu ekonomicznej szkodliwości. Jeśli po pierwszym zabiegu konieczne jest przeprowadzenie kolejnego, a możliwości wyboru substancji czynnej są ograniczone, lepiej użyć mniej skutecznej substancji czynnej z innej grupy chemicznej, przemienne niż bardziej skuteczną niż dwa razy zastosować tę samą, silniej działającą.

Do zwalczania szkodliwych owadów nie zaleca się stosowania mieszanin substancji czynnych insektycydów, gdyż w sytuacji konieczności powtórzenia zabiegu zostaje ograniczona możliwość rotacji substancji o różnych mechanizmach działania, będąca podstawową zasadą strategii zapobiegania odporności.

Termin zabiegu należy dostosować do:

- momentu przekroczenia przez agrofaga progu ekonomicznej szkodliwości lub w przypadku prognozowanego pojawu choroby;
- w przypadku owadów lub chwastów pojawienia się najbardziej wrażliwego na środek ochrony roślin stadium rozwojowego agrofaga;
- wystąpienia najbardziej wrażliwej na uszkodzenia fazy rozwoju rośliny chronionej;
- prognozy pogody (temperatura, wilgotność i nasłonecznienie modyfikują zarówno trwałość środka ochrony roślin, jak i tempo rozwoju i metabolizmu organizmu agrofaga);
- najniższego ryzyka zatrucia gatunków organizmów pożytecznych.

Środki ochrony roślin należy stosować w dawkach zalecanych, zgodnie z etykietą. Zbyt niskie dawki (subletalne) selekcionują szybko populację o średnim stopniu odporności, natomiast zbyt wysokie powodują wykształcenie odporności o stopniu bardzo silnym.

Zabiegi należy przeprowadzić odpowiednią, sprawną aparaturą. Powinno się pamiętać o optymalnym pH cieczy użytkowej i prawidłowym ciśnieniu cieczy.

W przypadku nieskuteczności zabiegu należy zwrócić się do doradcy rolniczego i określić jej przyczyny. Zabieg trzeba powtórzyć przy użyciu środka z innej grupy chemicznej, o innym mechanizmie działania. Jeżeli przyczyną nieskuteczności zabiegu jest odporność lokalnej populacji, należy bezwzględnie zrezygnować ze stosowania danej substancji czynnej, a w miarę możliwości również unikać innych środków o podobnym mechanizmie działania.

Ograniczyć stosowanie środka, na który gatunek owada uodpornił się w danym rejonie, aż do momentu ponownego wystąpienia odpowiedniej wrażliwości.

O wystąpieniu odporności jakiegokolwiek gatunku owada należy powiadomić pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz Ośrodków Doradztwa Rolniczego, w celu określenia zakresu zjawiska i opracowania strategii przeciwdziałania (Węgorzek i wsp. 2015).

Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, czyli przede wszystkim stosować metody biologiczne i agronomiczne, ograniczając używanie środków chemicznych do bezwzględnego minimum. Stosowanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin zostało w Polsce uregulowane przepisami Ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455) oraz Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505).

9. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ZWIERZYNĘ ŁOWNĄ

Ziemniak w okresie wegetacji jest rośliną silnie narażoną na szkody powodowane przez niektóre gatunki zwierząt łownych, a zwłaszcza dziko żyjące ssaki kopytne. Na pierwszym miejscu należy wymienić dziką (*Sus scrofa* L.), który odpowiada za 90% szkód łowieckich w uprawach ziemniaka. Pozostałe 10% przypisuje się jeleniowi szlachetnemu (*Cervus elaphus* L.) i danielowi zwyczajnemu (*Dama dama* L.). Sporadycznie szkody może powodować również łos euroazjatycki (*Alces alces* L.). Powodem zniszczeń dokonywanych przez wymienione gatunki zwierząt w uprawach ziemniaka jest atrakcyjność pokarmowa bulw tej rośliny. Pozostałe części, jak pędy nadziemne, a także kwiatostany, owoce (jagody), nie są przez nie zjadane, natomiast mogą być uszkodzane mechanicznie przy wyorywaniu i wykopywaniu bulw lub tratowane podczas przebywania stad tych zwierząt. W ostatnich latach w Polsce nastąpił znaczny spadek powierzchni upraw ziemniaka, który wynosi obecnie około 310 tys. ha. Struktura powierzchni upraw jest silnie zróżnicowana, ponieważ ziemniaki są uprawiane w około 750 tys. gospodarstw rolnych w naszym kraju. Aż 50% areалу upraw stanowią pola o powierzchni do jednego hektara, 30% to pola o powierzchni do 10 ha, a powierzchnie większe to pozostałe 20% (Nowacki 2009; Nowacki 2012).

Tak duże rozdrobnienie upraw zwiększa narażenie na szkody powodowane przez zwierzęta łowne. Duży wpływ na występowanie szkód ma również termin sadzenia i przebieg wegetacji ziemniaka, uzależniony od odmiany i jej przeznaczenia (wczesne, średnio wczesne, średnio późne, późne). Liczebność populacji wymienionych wcześniej gatunków zwierząt, powodujących szkody w ziemniaku znacznie się w Polsce zwiększyła. W ostatnich 25 latach populacja jelenia wzrosła 2,5-krotnie i wynosi obecnie około 180–250 tys. osobników, populacja łosia 3,5-krotnie i jest szacowana na około 20 tys. osobników, daniela aż 5-krotnie – 22 tys., natomiast dzika 3,5-krotnie – 230–450 tys. (Przybylski 2017). Ocenia się, że średnia liczebność dzika w Polsce wynosi obecnie 25 osobników na 1000 ha lasów (lub ponad jeden osobnik na km² powierzchni Polski). W celu zmniejszenia szkód w roślinach rolniczych oraz redukcji ryzyka związanego z rozprzestrzenieniem się wirusa afrykańskiego pomoru świń, planuje się redukcję ich liczebności do około 5 osobników na 1000 ha powierzchni leśnych.

Zmiany liczebności populacji oraz niekorzystna struktura płci i wieku omawianych gatunków zwierząt spowodowana jest głównie zmianami środowiskowymi, zarówno leśnymi (wzrost lesistości kraju, grodzenie nasadzeń), jak i w krajo-
brazie rolniczym. Największy wpływ na wzrost liczebności jeleniowatych i dzika

przypisuje się bardzo dużemu przyrostowi powierzchni zasiewów kukurydzy i rzepaku. Rośliny te przez cały okres wegetacji stanowią dla nich źródło pokarmu, a w okresach bujnej wegetacji również miejsca ostojoye i zerowe. Zauważono, że samice dzika tworzą obecnie gniazda w kukurydzy, gdzie rodzą i wychowują młode. Pewne błędy związane z eksplozją populacji omawianych gatunków zwierząt przypisuje się również gospodarce łowieckiej – głównie w obszarze inwentaryzacji zwierzyny. Niewielkie niedoszacowanie i zbyt niski poziom odstrzału prowadzi do bardzo szybkiego wzrostu liczebności populacji, a zła struktura odstrzału skutkuje przewagą samic i młodych osobników, których zapotrzebowanie pokarmowe jest znacznie większe niż osobników starszych i samców (Burbaitė i Csány 2010; Bobek i wsp. 2015).

Choć wartość kaloryczna ziemniaka w porównaniu z innymi roślinami rolniczymi jest niska, wynosi bowiem od około 50 do 90 kcal w 100 g (dla porównania wartość energetyczna pszenicy lub kukurydzy to 340–380 kcal, nasiona rzepaku – 900 kcal), to w okresie wiosennym, zwłaszcza kiedy brakuje innego pokarmu roślinnego, sadzeniaki ziemniaków i bulwy wczesnych odmian są atrakcyjnym pokarmem szczególnie dla dzika. Największe szkody powodowane przez dziki w ziemniakach przypadają na miesiąc maj, a następnie – w zależności od terminu dojrzewania bulw i zawartości skrobi – na czerwiec, lipiec, sierpień i wrzesień. Zwierzęta te za pomocą węchu i instynktu potrafią odnaleźć w ziemniakach substancje prozdrowotne – na przykład związki fenolowe, tiaminę lub kwas askorbinowy o działaniu przeciwutleniającym, ale także mikro- i makroelementy. Związków mineralnych w bulwach ziemniaka jest 1%, z czego najwięcej stanowią potas, fosfor, wapń, magnez, sód i żelazo. Witaminy, zwłaszcza kwas askorbinowy (ok. 20–50 mg/100 g), a w mniejszych ilościach witaminy z grupy B (B1, B2, B6), witaminy E, K, PP, karotenoidy i węglowodany – szczególnie skrobia, której w świeżej masie ziemniaka jest 12–20%. Poza tym ziemniaki zawierają około 2% wysokowartościowego białka bogatego w egzogenne aminokwasy (metioninę, treoninę, fenyloalaninę, lizynę i leucynę), które są potrzebne samicom produkującym mleko w okresie laktacji i młodym, szybko rosnącym osobnikom do budowy mięśni. Dziki wykazują duże zróżnicowanie, jeśli chodzi o wybór odmian ziemniaka, które preferują. Często w mozaice pól z różnymi odmianami koncentrują się na żerowaniu tylko na odmianie wybranej przez siebie. Jest to prawdopodobnie związane z poziomem metabolitów wtórnych w bulwach odmian, głównie glikoalkaloidów, między innymi solaniny, chakoniny, kalisteginy i innych, które w większych ilościach mają działanie zaburzające dla układu nerwowego i pokarmowego. Najwyższy poziom osiągają w okresie kwitnienia i koncentrują się w zewnętrznej części bulw – perydermie (Zagórska i wsp. 2006). Im mniej tych toksycznych związków w bulwach ziemniaka, tym chętniej są one przez dziki i jelenie zjadane. Szkody powodowane przez jelenia szlachetnego występują najczęściej w późniejszym okresie wegetacji ziemniaka, w sierpniu i wrześniu. Najczęściej występują na trasach

migracji tych zwierząt i polegają na przygryzaniu odsłoniętych na skutek deszczu, wiatru lub tratowania racicami bulw. Zdarza się również, że samce jelenia wykopują i rozrzucają po powierzchni pola bulwy za pomocą poroża lub racic. Tylko kilka z nich nadgryzają, a resztę pozostawiają, co powoduje ich zielonienie i niekorzystne zmiany fizjologiczne dyskwalifikujące możliwość ich sprzedaży. Zarówno zranienia bulw, jak i zazielenienia pod wpływem światła, powodują istotny wzrost zawartości glikoalkaloidów w bulwach (Wünsch i Munzert 1994; Zagórska i wsp. 2006).

Zapobieganie szkodom powodowanym przez dzika i jelenia w uprawach ziemniaka, podobnie jak inne sposoby ochrony, musi być prowadzone zgodnie z obowiązującymi zasadami integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin. Stosowanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin zostało w Polsce uregulowane przepisami Ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455) oraz Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505).

Szczególną uwagę należy zwracać na prawidłową agrotechnikę i płodozmian. Wybór stanowiska pod uprawę ziemniaka powinien uwzględniać ryzyko wystąpienia szkód łowieckich. Im dalej od szlaków migracyjnych i miejsc ostojoyowych zwierząt łownych, tym ryzyko jest mniejsze. Bardzo istotne jest również stosowanie metod niechemicznych: fizycznych (ogrodzenia, pastuchy elektryczne, fense świetlne, środki akustyczne – armatki lub sznury hukowe, urządzenia elektroniczne), biologicznych (preparaty oparte na naturalnym zapachu drapieżnika lub człowieka). W wypadku ziemniaka do metody biologicznej należy zaliczyć również odpowiedni wybór odmiany. Stosując syntetyczne repelenty chemiczne, zapachowe i smakowo-zapachowe, należy pamiętać, że ich działanie może być ograniczone ze względu na szybkie uodpornienie się zwierząt. W związku z tym zabiegi chemiczne należy ograniczyć do niezbędnego minimum, co w przypadku dzika i jelenia oznacza jednokrotną aplikację na danej powierzchni w sezonie wegetacyjnym. Pomocą w sygnalizacji i lokalizacji zwierząt wchodzących na plantację mogą być działające całą dobę fotopułapki, które przesyłają zdjęcia lub filmy, informujące hodowcę o wejściu zwierząt na plantację. Są one szczególnie przydatne na małych powierzchniowo polach, które łatwiej jest chronić przez bodźce lękowe wywoływane u dzika i jelenia na zasadzie instynktu lub zachowań wyuczonych. Istotna jest współpraca z zarządcami i dzierżawcami obwodów łowieckich, na terenie których prowadzi się uprawy ziemniaka. Zakładanie poletek z atrakcyjnymi żerowo roślinami, przeznaczonych do dokarmiania i przyzwyczajania do przebywania na nich opisywanych gatunków zwierząt, jest jedną z metod ograniczania szkód łowieckich.

Możliwości oddziaływania mechanicznego i chemicznego w ochronie ziemniaka przed dzikiem i jeleniem podano w tabelach 30 i 31.

Tabela 30. Charakterystyka sygnałów wpływających na zachowanie dzikich zwierząt w ich środowisku

Cecha sygnału lub bodźca	Sygnał lub bodziec			
	wizualny	dotykowy (ból)	dźwiękowy	chemiczny
Zakres działania	średni	bardzo krótki	daleki	bardzo daleki
Szybkość dotarcia informacji	duża	duża	duża	średnia
Unikanie przeszkód	słaba	słaba	duża	bardzo duża
Lokalizacja źródła	duża	duża	średnia	zmienna
Koszt zastosowania	niski	niski	duży	niski
Siła oddziaływania	duża	niska	duża	bardzo duża

Tabela 31. Reakcje zwierząt na działanie bodźców wykorzystywanych w repelentach i atraktantach

Bodziec	Postrzeganie	Reakcja na bodziec
Bólowy	ból	ucieczka
Lękowy	strach	unikanie, ucieczka
Apetytywny	apetyt	dążenie do osiągnięcia celu

10. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI ZIEMNIAKA

Organizmy regulujące w naturalnych warunkach liczebność szkodników nazywamy pożytecznymi. Sterowanie przez człowieka ich działalnością określamy jako walkę biologiczną. Metody biologiczne polegają na wykorzystaniu wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterii, grzybów) oraz makroorganizmów (drapieżnych roztoczy oraz drapieżnych i pasożytniczych owadów) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. W biologicznym zwalczaniu szkodników rozróżnia się trzy główne metody:

- 1) introdukcję, czyli trwałe osiedlanie na nowych terenach wrogów naturalnych, sprowadzonych z innych regionów lub kontynentów – **metoda klasyczna**;
- 2) ochronę pożytecznych organizmów przez dokonywanie w środowisku korzystnych dla nich zmian oraz stosowanie środków im niezagrożających (selektywnych) – **metoda konserwacyjna**;
- 3) okresową kolonizację, czyli okresowe wprowadzanie wrogów naturalnych danego agrofaga na uprawach, na których on nie występuje wcale lub występuje w małej ilości – **metoda augmentatywna**.

W uprawach polowych, w tym na uprawach ziemniaka, można wykorzystać głównie ochronę organizmów pożytecznych, czyli metodę konserwacyjną, polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów przez urozmaicenie krajobrazu, tworzenie zacienień i kryjówek, odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne. Bioróżnorodność rolnicza jest najcenniejszym dziedzictwem biologicznym dla człowieka. Ta różnorodność jest naszym zabezpieczeniem przed klęską nieurodzaju, atakiem szkodników czy chorobami roślin. Pola uprawne ziemniaków stwarzają dobre warunki bytowania oraz rozwoju bardzo wielu gatunków owadów. Obok szkodników ziemniaka, takich jak: stonka, mszyce, ziemniki, skoczki oraz szkodniki glebowe (drutowce, lenie pędraki i rolnice), można spotkać na polu wiele gatunków organizmów pożytecznych. W uprawach, podobnie jak na miedzach, żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które wspomagają rolników w ograniczaniu liczebności fitofagów. Ważna jest duża

różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych, powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem owadów pożytecznych. Są one istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana. Zatem warto więc je dobrze poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieżnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca–ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż jednej ofiary. Drugą formą współżycia dwóch organizmów jest **pasożytnictwo**, w której jeden czerpie korzyści ze współżycia, a drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa, wykorzystując stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia i środowisko życia, nazywamy pasożytem, a tego, który ponosi szkody – żywicielem. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt), i wewnętrzne, kiedy przebywa wewnątrz jego ciała (endopasożyt). W obrębie pasożytów wyróżnia się **parazytoidy**. Są to pasożyty, których larwy zabijają żywiciela, a dorosłe osobniki żyją wolno. Większość pasożytów szkodników to parazytoidy (Kochman i Węgorek 1997). Jedną z ważniejszych grup drapieżców występujących w agroekosystemie są chrząszcze naziemne, gdyż będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami, odgrywają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Jedną z ważniejszych grup są drapieżne owady z rodziny biegaczowatych Carabidae (fot. 59). Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy taksonomicznie do jednej z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych, jak również larw, żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postacie dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy, w tym również drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mszyce żerujące na ziemniakach, mrówki, gąsienice motyli, np. rolnic, lub larwy stonki ziemniaczanej, nieruchome poczwarki owadów oraz dżdżownice. Przypuszczalnie to właśnie stanowiska roślinne z udziałem krzewów i drzew mają największe znaczenie w programach biologicznej walki ze szkodnikami roślin, ponieważ charakteryzują się bogatym

składem gatunkowym biegaczowatych. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na polach uprawnych, na których stosuje się integrowaną produkcję, około 50% badanych zgrupowań stanowił *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach są: *Calathus ambiguus*, *Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych Staphylinidae należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne, jak i dorosłe na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica (*Aleochoa bilineata* Gyll.), skorogonek (*Tachyporus hypnorum* F.) oraz nawozak *Philothus fuscipes* Mann (fot. 60). Występują one w różnych środowiskach. Różnorodność gatunkowa kusaków jest znacznie większa na obrzeżach lasów i zadrzewień, niż w ich centralnej części. Wiosną następuje wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy stonki ziemniaczanej i zmieników oraz poczwarki, a także drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona przez nie jest gleba, tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie, stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych.

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie ziemniaka, są biedronkowate Coccinellidae (fot. 61, 62). Na świecie opisanych jest 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca-ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991), wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak inni drapieżcy, z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej Coccinellidae. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.) biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.) i skulik

przędziorkowiec (*Stethorus punctillum*). Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich korą, a niektóre z nich także w ludzkich siedliskach. *Adalia bipunctata* zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzb w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński i Lipa 1970). Są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do 2 tys. mszyc. Dorosłe owady zjadają od 30 do nawet 250 sztuk w ciągu dnia. Kilka gatunków, np. biedronka dwukropka, bywa wykorzystywanych w rolnictwie do biologicznego zwalczania mszyc.

Ważnymi owadami drapieżnymi są niektóre muchówki (Diptera), głównie należące do rodzin: bzygowatych (Syrphidae) (fot. 63) oraz rączykowatych (Tachinidae) (fot. 64). Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym Syrphidae stanowią potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Bzygowate wydają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżników. Najefektywniejsze działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na ziemniakach. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice Syrphidae składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego jeden osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc.

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżcy reprezentujący rodziny: tasznikowatych (Miridae), dziubałkowatych (Anthocoridae) (fot. 65) oraz tarczówkowatych (Pentatomidae). Zwłaszcza dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L. w ograniczaniu liczebności mszyc i przędziorków, jaj stonki ziemniaczanej, larw stonki i zmieników oraz młodych gąsienic zwójek i namiotników. Zarówno larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów (Boczek i Lipa 1978) wskazują również na pożyteczne owady z rodziny tasznikowatych (Miridae) i zażartkowatych (Nabidae).

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników ziemniaków mają również sieciarki (*Neuroptera*) z często dominującym złotoookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 66, 67). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotoooków. Złotoooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również błonkówki (Hymenoptera). Są to głównie drapieżne mrówkowate (Formicidae), a także pasżytnicze gąsienicznikowate (Ichneumonidae). Pola ziemniaków są dla tych owadów

świetnym miejscem zdobywania pokarmu. Mrówki żywią się przedstawicielami 150 gatunków bezkręgowców z 58 rodzin, spośród 21 rzędów. Wśród nich przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy rośliniarek. Mrówki należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane. Owady te oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności szkodników biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy). Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy skorki (Dermaptera) (fot. 68), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszenia napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia. Ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. piętnówki kapustnicy i innych motyli sówkowatych.

Pająki (Araneae) jako niewyspecjalizowani drapieżcy niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach i stanowią trwałe element agroceoz (fot. 69). Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych czynników są dobrym obiektem badań środowiskowych. W Polsce żyje około 800 gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pajaków tworzy sieci łowne, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Pająki nie są zbyt lubianymi stworzeniami, a wielu ludzi się ich obawia. Mimo to, są jednak bardzo pożytecznymi stworzeniami, gdyż ograniczają liczebność owadów, także tych pasożytniczych i wyrządzających szkody. Ich pożyteczna działalność objawia się zarówno w środowisku naturalnym, jak również w naszych własnych domach, zamieszkanych przez wiele synantropijnych gatunków. Warto więc pamiętać o tej pozytywnej roli pajaków w naszym życiu.

Wśród mikroorganizmów, które w naturalny sposób ograniczają populacje organizmów szkodliwych w uprawie ziemniaka są m.in. pasożytnicze grzyby i bakterie owadobójcze. Dotychczasowe doświadczenia prowadzone w Polsce wykazały, że w warunkach polowych osobniki dorosłe oraz larwy chrząszczy stonki ziemniaczanej mogą być porażane przez naturalnie występujące w środowisku grzyby owadobójcze: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*. W środowisku glebowym w okresie zimowania chrząszczy stonki są atakowane przez różne grzyby. W sprzyjających warunkach mogą one zredukować nawet 30% populacji stonki (Sosnowska 1997). Działanie grzyba polega na przeniknięciu przez oskórek owada strzępki kiełkowej zarodnika, która przez pewien okres rozwija się we wnętrzu gospodarza, powodując jego śmierć. Przez ten czas nie widać objawów porażenia, dopiero po śmierci z martwych osobników wyrasta grzybnia strzępkowa wraz z zarodnikami konidialnymi i zaraża kolejne osobniki. Bardzo dobre wyniki w zwalczaniu stonki ziemniaczanej daje zastosowanie kilku czynników biologicznych, np. zastosowanie bakterii owadobójczej wspólnie z grzybem owadobójczym. W uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym

zarejestrowano mikrobiologiczny środek owadobójczy, oparty na bakterii *Bacillus thuringiensis* ssp. *tenebrionis*. Środek ten ma działanie żołądkowe i przeznaczony jest do zwalczania larw stonki ziemniaczanej, przy czym jest najskuteczniejszy w temperaturze ponad 15°C (Szulc 2015). Badania prowadzone przez Instytut Ochrony Roślin – PIB wykazały, że trzy zabiegi opryskiwania preparatem opartym na bakterii *B. thuringiensis* zredukowały liczebność populacji stonki w takim samym stopniu, jak dwa zabiegi opryskiwania chemicznym insektycydem. Natomiast cztery zabiegi opryskiwania biologicznym insektycydem, opartym na grzybie *B. bassiana*, również utrzymały populację stonki na poziomie poniżej progu szkodliwości. Trzeba również zaznaczyć, że sąsiedztwo lasów, zadrzewień, mokradeł i innych półnaturalnych zbiorowisk „dzikiej” roślinności wśród pól uprawnych sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób u szkodliwych owadów i jest siedliskiem wielu gatunków grzybów owadobójczych.

W uprawie ziemniaka ważnym problemem mogą być także ślimaki. Do zwalczania ślimaków można zastosować nicienie pasożytnicze, np. gatunek *Phasmarhabditis hemaphrodita*, które są dostępne w sprzedaży jako środki ślimakobójcze (molu-skocydy), np. w preparacie Phasmarhabditis System (Kozłowski i Kozłowski 2003).

Mówiąc o organizmach pożytecznych występujących naturalnie w środowisku, nie należy zapominać także o roli „zapyłaczy”, i to zarówno zwierząt, jak i owadów. Zapylanie nie tylko zwiększa plony, ale poprawia też ich jakość. W naszej strefie klimatycznej około 80–90% gatunków roślin zapyłanych jest właśnie przez owady. Zapylanie naturalne kwiatów roślin owadopylnych jest często niedoceniane i nie wolno zapominać o tym, że jest to najtańszy czynnik plonotwórczy w produkcji rolniczej (Pruszyński i wsp. 2012).

Mechanizmy regulujące liczebność gatunków szkodliwych w środowisku naturalnym cały czas funkcjonują, ale można je dodatkowo stymulować, np. dostarczając wrogom naturalnym miejsc schronienia albo zapewniając im dostatek pożywienia. Coraz częściej w uprawach rolniczych tworzy się tzw. refugia, w których obok uprawy głównej wysiewane są gatunki produkujące dużą ilość nektaru i pyłku. W tych miejscach pożyteczne owady czy stawonogi doskonale się rozwijają i stąd nalatują na pola, redukując liczebność szkodników i utrzymując ją na bezpiecznym dla uprawy poziomie. Podobną funkcję pełnią rośliny dziko rosnące w pobliżu pól uprawnych oraz zadrzewienia śródpolne. Są one źródłem pokarmu dla organizmów pożytecznych, zapewniają im schronienie i miejsce do zimowania oraz umożliwiają bezpieczny rozwój. Istotnym elementem w integrowanej ochronie roślin jest także stosowanie tzw. selektywnych pestycydów, które są bezpieczne lub mniej toksyczne dla organizmów pożytecznych (Pruszyński i wsp. 2012).

Nie należy również zapominać o zwiększaniu świadomości producentów rolnych, jak ważną rolę pełnią wrogowie naturalni występujący w środowisku naturalnym, ponieważ tzw. „opór środowiska” stanowi ważny element, często niedoceniany, w integrowanej ochronie i produkcji roślin.



Fot. 59. Chrząszcz z rodziny biegaczowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 60. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 61. Biedronka siedmiokropka (M. Tomalak)



Fot. 62. Larwa biedronki (fot. K. Nijak)



Fot. 63. Bzygowate (Syrphidae) – postać dorosła (fot. M. Tomalak)



Fot. 64. Muchówka z rodziny rączykowatych (fot. M. Tomalak)



Fot. 65. Drapieżny pluskwiak z rodziny dziubałkowatych (fot. Ż. Fiedler)



Fot. 66. Osobnik dorosły złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 67. Larwa złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 68. Skorek pospolity (*Forticula auricularia*) (fot. M. Tomalak)



Fot. 69. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*) (fot. K. Nijak)

11. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU

Zbiór jest najtrudniejszym i najbardziej pracochłonnym zabiegiem w całym cyklu zabiegów agrotechnicznych składających się na produkcję ziemniaka. Wraz z przygotowaniem plantacji do zbioru pochłania 40-60% ogólnych nakładów robocizny. Wszystkie zabiegi poprzedzające zbiór powinny być podporządkowane nadrzędnemu celowi, jakim jest ograniczenie pracochłonności, zebranie plonu wysokiej jakości, bez uszkodzeń mechanicznych, strat i zanieczyszczeń.

11.1. Zbiór ziemniaka

Przygotowanie plantacji do zbioru

Podstawowym warunkiem decydującym o zmniejszeniu do minimum uszkodzeń mechanicznych bulw jest przygotowanie plantacji do zbioru (tab. 32). Polega ono na wcześniejszym przed planowanym zbiorem zniszczeniu porostu (łąty, chwasty), tak aby ich masa w czasie zbioru nie przekraczała 2-4 t/ha. W zależności od stopnia dojrzałości rośliny zniszczenie porostu powinno nastąpić na 1-3 tygodni przed planowanym zbiorem.

Zniszczenie łącin w odpowiednio wczesnym terminie powoduje:

- obniżenie siły wiązania bulw ze stolonami;
- przyspieszenie dojrzałości skórki;
- ułatwienie pracy zespołu kopiającego i oddzielającego porost, co w efekcie zwiększa wydajność pracy maszyny zbierającej.

Planując termin zbioru, należy wziąć pod uwagę, że powinien on być wykonany w okresie sprzyjającej pogody, co najczęściej jest możliwe do spełnienia we wrześniu.

Tabela 32. Orientacyjne terminy niszczenia łącin w zależności od dojrzałości roślin ziemniaka

Stadium dojrzałości łącin na początku września	Liczba dni między zniszczeniem łącin a zbiorem	Termin niszczenia łącin (przyjmując termin zbioru ok. 25 września)
Pełnia żółknięcia	5-7	18-20 września
Pierwsze objawy żółknięcia	10-14	10-15 września
Łęciny całkowicie zielone	14-21	5-10 września

Późniejszy zbiór wiąże się z ryzykiem wystąpienia spadków temperatury. Niska temperatura zbioru powoduje wzrost przede wszystkim uszkodzeń mechanicznych bulw, a także innych ważnych parametrów jakościowych (zawartość cukrów).

Zniszczenia porostu w ziemniakach możemy dokonać:

- mechanicznie za pomocą rozdrabniacza łęcin;
- chemicznie;
- mechaniczno-chemicznie.

Rozdrabniacz łęcin może być maszyną dwu-, cztero- i sześciorzędową, przystosowaną do szerokości międzyrzędzi 62,5, 67,5 i 75 cm. Elementy robocze tej maszyny stanowią różnej długości płaskie, zastrzone bijaki pracujące pionowo, dostosowane do profilu redlin. Wysokość ich ustawienia i prędkość jazdy agregatu decyduje o jakości zniszczenia porostu.

Metoda chemiczna polega na stosowaniu specjalnych preparatów niszczących naci (desykacja).

Metoda mechaniczno-chemiczna stanowi połączenie mechanicznego zniszczenia naci, po którym stosujemy desykant w dawce obniżonej do połowy. System ten zaleca się przy wyjątkowo bujnej naci. Spełnia on też wymagania integrowanej ochrony i produkcji integrowanej, obniżając ilość zastosowanego środka.

Technologia zbioru ziemniaków

Głównym celem, który powinniśmy zrealizować w czasie zbioru, jest ograniczenie do minimum uszkodzeń mechanicznych powstających na skutek nadmiernego mechanicznego obciążenia tkanki bulwy na zespołach roboczych maszyn (tab. 33). Uszkodzenia mechaniczne bulw są wynikiem przerywania naturalnej ochrony bulw – skórki – i uszkodzeń miąższu. Otwierają one drogi dla infekcji chorobami bakteryjnymi, co powoduje dalsze straty w czasie przechowywania.

Wielkość uszkodzeń mechanicznych bulw zależy głównie od trzech podstawowych grup czynników, do których zaliczamy:

- odporność odmiany na uszkodzenia mechaniczne, która jest uwarunkowana genetycznie;
- czynniki agrotechniczne, wśród których podstawową rolę odgrywa zakamienienie gleby oraz temperatura gleby i powietrza panująca w czasie zbioru;
- rozwiązania konstrukcyjne maszyn zbierających i ich eksploatacja.

Zróznicowanie odmianowe wynika m.in. z odmiennej budowy anatomicznej, cech morfologicznych bulw i składu chemicznego. Największą odporność na uszkodzenia mechaniczne wykazują odmiany bardzo wczesne zbierane po dojzeniu, najmniejszą zaś późne odmiany skrobiowe.

Tabela 33. Grupy czynników wpływające na uszkodzenia mechaniczne bulw

I. Odmiana	II. Czynniki agrotechniczne i środowiskowe
1. Budowa anatomiczna bulwy: – grubość perydermy, – kształt komórek perydermy, – wielkość komórek perydermy, – budowa i skład ścian komórkowych. 2. Skład chemiczny bulwy: – zawartość suchej masy, – zawartość związków fenolowych, – zawartość azotu, – zawartość potasu, – wpływ elektrolitów. 3. Masa bulwy 4. Kształt bulwy 5. Stan fizjologiczny bulwy: – dojrzałość skórki, – turgor. 6. Siła związania bulw i stolonów	1. Temperatura gleby (bulw) 2. Zakamienienie pola 3. Wilgotność powietrza 4. Zwięzłość gleby 5. Masa porostu (łęty + chwasty) 6. Przygotowanie plantacji do zbioru mechanicznego 7. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w glebie (N, P, K, Ca) 8. Zabiegi przyspieszające rozwój roślin: – podkiełkowanie i pobudzanie, – termin sadzenia.
III. Czynniki techniczne i eksploatacyjne	
1. Konstrukcja zespołów roboczych kombajnu 2. Prędkość robocza 3. Regulacja prędkości obwodowej zespołów roboczych 4. Głębokość kopania 5. Wysokość spadania bulw (kombajn – przyczepa) 6. Rozstawa rzędów i szerokość opon	

O ogromnej roli, jaką odgrywa zakamienienie w kształtowaniu wielkości uszkodzeń mechanicznych bulw świadczy fakt opracowania specjalnej technologii dla gleb zakamienionych, gdzie masa kamieni przekracza 10 t/ha. Dodatni wpływ temperatury na obniżenie wielkości uszkodzeń mechanicznych bulw, wykorzystuje się w technologii dwufazowego zbioru. Technologia ta polega na wykopywaniu bulw w pierwszej części dnia specjalną kopaczką, która układa bulwy na utwardzonej, wyrównanej powierzchni pola. Po obeschnięciu bulw i podwyższeniu ich temperatury w godzinach południowych przystępuje się do zbioru kombajnem zbierającym. W sprzyjających warunkach pogody (nasłonecznienie) uzyskujemy obniżenie wskaźnika uszkodzeń o kilka do kilkunastu procent.

Trzecią grupę czynników wpływających na uszkodzenia mechaniczne bulw, stanowią czynniki związane z pracą maszyn kopiących, wśród których najistotniejsze są:

- konstrukcja elementów i zespołów roboczych kombajnu, sprzyjająca ograniczeniu sił oddziaływujących na bulwę (otuliny na metalowych prętach odsiewacza, regulacja prędkości roboczej poszczególnych zespołów kombajnu);
- prędkość robocza agregatu (ciągnik + maszyna) dostosowana do warunków zbioru 3–5 km/h;

- głębokość pracy zespołu kopiącego (12-15 cm);
- wysokość spadania bulw na maszynie i w czasie transportu (poniżej 30 cm).

O poziomie uszkodzeń mechanicznych decydują więc: całokształt zabiegów agrotechnicznych, począwszy od doboru odmiany, przez wybór środowiska glebowego aż po umiejętnie przeprowadzony zbiór za pomocą sprawnych, zaawansowanych technicznie maszyn.

W drugiej grupie czynników oddziałujących na uszkodzenia mechaniczne bulw, które są związane z warunkami glebowymi i klimatycznymi oraz zabiegami agrotechnicznymi, należy przede wszystkim wymienić:

- zakamienienie pola (masa kamieni nie powinna przekraczać 20% udziału w masie bulw);
- temperatura bulw w czasie zbioru (zbiór wykonujemy w temperaturze $>10^{\circ}\text{C}$);
- masa porostu przed zbiorem (nie może przekraczać 2-4 t/ha);
- dojrzałość bulw i stolonów w czasie zbioru (stolony powinny oddzielać się od bulw, a skórka musi być całkowicie wykształcona i dojrzała (nie powinna złuszczać się pod wpływem sił oddziałujących na maszynie i w trakcie transportu).

Technika zbioru

W zależności od zasobów siły roboczej i areалу uprawianych ziemniaków możemy zbierać je ręcznie po wykopaniu kopaczką elewatorową lub kombajnem. Zbiór ręczny kopaczką wymaga znacznych nakładów robocizny, które wynoszą około 120 rbh i 10-30 cnh na 1 ha. Zbiór kombajnem jednorzędowym ogranicza nakłady robocizny do 20-35 rbh i 10-20 cnh na 1 ha. Najmniejsze nakłady ponosimy przy zbiorze kombajnem dwurzędowym: 12-18 rbh i 10-12 cnh na 1 ha (tab. 34).

Nowe konstrukcje kombajnów dwurzędowych, a nawet czterorzędowych charakteryzują się wysoką wydajnością i niskim wskaźnikiem uszkodzeń bulw, który nie przekracza 10%. Dzięki zastosowaniu bardzo elastycznych otulin przesiewaczy,

Tabela 34. Wydajność i nakłady pracy ponoszone na zbiór ziemniaka

Rodzaj i typ maszyny zbierającej	Wskaźnik uszkodzeń mechanicznych bulw [%]	Wydajność [ha/h]	Nakłady na 1 ha		
			rbh	cnh	MJ
Kopaczka elewatorowa	15,6	0,40	120	25	4720
Kombajn 1-rzędowy	7,7÷25,9	0,12-0,20	22-32	12-21	5800-6445
Kombajn 2-rzędowy	7,7÷15,4	0,40-0,45	14-16	10	6532-6625

dostosowania prędkości obwodowych rusztów do zmienności wyorywanej masy i zminimalizowania wszelkich spadków bulw, współczesne kombajny są maszynami chroniącymi bulwy od skaleczeń i obić.

11.2. Przechowalnictwo ziemniaka

Zadaniem przechowalnictwa jest stworzenie takich warunków, które ograniczą ubytki i straty masy bulw i będą sprzyjały utrzymaniu cech jakościowych wymaganych przy poszczególnych kierunkach użytkowania, tzn.:

- sadzeniaki – wysoki potencjał wzrostowo-rozwojowy i produkcyjny;
- jadalne i przeznaczone do przetwórstwa spożywczego – jak najniższa zawartość cukrów, odpowiednia zawartość skrobi i suchej masy, wysoka wartość odżywcza oraz mała skłonność do tworzenia ciemnej plamistości pouszkodzeniowej;
- przemysłowe (gorzelnictwo, krochmalnictwo) i pasze – wysoka zawartość skrobi i białka (pasje).

Przygotowanie bulw do długotrwałego przechowywania

W technologii uprawy ziemniaka wszystkie zabiegi powinny być wykonywane z myślą o zebraniu plonu dobrej jakości. Bardzo często błędy popełnione w okresie wegetacji i zbioru nie mogą być już naprawione podczas przechowywania. Należy mieć świadomość, że nawet najnowocześniejsze przechowalnie nie będą mogły zapewnić dobrej jakości, gdy do długotrwałego magazynowania będą przeznaczane bulwy złej jakości, tzn. zanieczyszczone, porażone chorobami, uszkodzone mechanicznie, czy niedojrzałe. Dlatego też wszystkie bulwy porażone chorobami i uszkodzone mechanicznie powinny być odrzucone w czasie załadunku, aby uniknąć nadmiernych strat w późniejszym, długotrwałym przechowywaniu. Bardzo niebezpieczne są głębokie uszkodzenia miąższu bulw (powyżej 5 mm), z których woda przenika bez żadnych przeszkód i które zabliżniają się na tyle powoli, że możliwy jest w nich rozwój zgnilizn już we wstępnym okresie przechowywania.

Procesy zachodzące w przechowywanych bulwach ziemniaka

W przechowywanych bulwach ziemniaka, jak w każdym żywym organizmie, zachodzą procesy fizjologiczno-biochemiczne. Aktywność tych procesów jest uzależniona od warunków termicznych i wilgotnościowych w czasie wzrostu bulw i przechowywania, od odmiany i dojrzałości bulw. Aktywność procesów fizjologiczno-biochemicznych, w optymalnych warunkach przechowywania, w wielkim skrócie można przedstawić następująco: tuż po zbiorze jest wysoka, po osią-

gnięciu stabilności przemian jest na minimalnym poziomie i następnie ponownie wzrasta wraz z osiągnięciem przez bulwy gotowości do kiełkowania. W czasie wzrostu kielków intensywność procesów życiowych jest wysoka, tak jak na początku przechowywania. W wyniku powyższych przemian zmieniają się cechy jakościowe i wyjściowa masa bulw. Zmniejszenie wyjściowej masy bulw, tzw. ubytki naturalne, spowodowane jest procesami transpiracji, oddychania i kiełkowania.

Transpiracja (osuszka)

Wydzielanie wody z bulw odbywa się nieprzerwanie przez cały okres przechowywania. Zmienna jest jedynie intensywność tego procesu. Stwierdzono, że w czasie przechowywania około 98% wody przenika przez perydermę, a zaledwie 2% przez przetchlinki. Intensywność transpiracji jest uzależniona od odmiany (budowy anatomicznej perydermy), dojrzałości bulw, skorkowacenia perydermy, warunków (temperatury i wilgotności powietrza) i etapu przechowywania. Im wyższa jest wilgotność otaczającego powietrza, tym ilość wytranspirowanej wody jest mniejsza. Zaleca się, aby wilgotność względna powietrza w miejscach magazynowania ziemniaków wynosiła powyżej 95%, gdyż w takich warunkach wydzielanie wody będzie mniej intensywne. Najniższą intensywność transpiracji odnotowano w warunkach niskiej temperatury i wysokiej wilgotności, natomiast największą w początkowym okresie przechowywania, kiedy to proces korkowacenia perydermy nie jest jeszcze zakończony. W dłuższym okresie, wydzielanie wody uzależnione jest od temperatury, wilgotności i uwarunkowań genetycznych odmiany. Ciągłe wydzielanie wody z bulw jest związane nie tylko ze wzrostem ubytków naturalnych, ale również z utratą turgoru. Bulwy, które utraciły dużo wody stają się gąbczaste, pomarszczone, ze skłonnością do powstawania ciemnych plam fizjologicznych w ich miąższu. Procesu transpiracji nie można wyeliminować, ale można go ograniczyć, przestrzegając zasad prawidłowego przechowywania bulw.

Oddychanie bulw jest wieloetapowym procesem, który polega na utlenianiu węglowodanów (skrobi i cukrów) i wydzielaniu dwutlenku węgla, wody i energii cieplnej.

Do najważniejszych czynników wpływających na oddychanie należą: dojrzałość bulw, uszkodzenia mechaniczne, czas i warunki przechowywania. Ubytki naturalne masy bulw w wyniku oddychania są stosunkowo niskie i po długotrwałym okresie przechowywania wynoszą około 1%, co stanowi 10–15% ogólnych ubytków naturalnych.

Kiełkowanie bulw i metody ograniczające wzrost kielków

Bezpośrednio po zbiorze bulwy ziemniaka w zasadzie nie kiełkują, gdyż znajdują się w stanie fizjologicznego spoczynku i nawet w sprzyjających warunkach dla tego procesu (wysoka temperatura) nie obserwuje się wzrostu kielków. Stan ten

jest określany jako „spoczynek bezwzględny”. Następnym etapem jest „spoczynek względnego uśpienia”, na który duży wpływ wywierają warunki wzrostu, przechowywania i cechy genetyczne odmiany. Największy wpływ na długość uśpienia bulw ma temperatura w miejscach składowania, która może przyspieszać lub hamować proces kiełkowania. Przechowywanie bulw ziemniaka w warunkach niskich temperatur powoduje wydłużenie czasu ich uśpienia, wzrost kielków jest powolniejszy, a u niektórych odmian wręcz zahamowany. Warunki te ograniczają skłonność do kiełkowania, ale sprzyjają gromadzeniu cukrów i pogarszają jakość kulinarną i przetwórczą bulw. Z kolei w wyższych temperaturach przechowywania, zawartość cukrów jest niska, ale skracany jest okres uśpienia, a proces kiełkowania rozpoczyna się wcześniej i wzrost kielków jest intensywniejszy. W związku z tym ubytki naturalne spowodowane oddychaniem i transpiracją gwałtownie wzrastają, ponieważ wydalenie wody przez kielki jest znacznie intensywniejsze niż przez perydermę bulw.

Niezależnie od kierunku użytkowania, bulwy ziemniaka nie powinny być nadmiernie skiełkowane. W celu ograniczenia kiełkowania stosowane są różne metody. Jednym ze skutecznych sposobów ograniczających wzrost kielków jest przechowywanie bulw ziemniaka w środowisku niskich temperatur. Niska temperatura (2°C) może wydłużać okres uśpienia i ograniczać intensywność kiełkowania. Jednakże przy niektórych kierunkach użytkowania wymagana jest niska zawartość cukrów, a niestety niskie temperatury sprzyjają nagromadzeniu tych związków. Konieczne jest więc rekondycjonowanie bulw ziemniaka w wyższych temperaturach (patrz IV etap przechowywania – tabela 35) przed zagospodarowaniem.

Propagowanie żywności ekologicznej, w tym i ziemniaka, spowodowało również poszukiwanie naturalnych metod, które przyczyniłyby się do wydłużenia stadium uśpienia i ograniczenia kiełkowania. Wykorzystuje się więc postęp biologiczny w hodowli twórczej nowych odmian. Zróżnicowanie odmian w tym zakresie jest bardzo duże. Niektóre odmiany o krótkim okresie uśpienia zaczynają kiełkować już w początkowym etapie przechowywania, a inne w tych samych warunkach pozostają długo w głębokim uśpieniu. Ważny jest więc wybór odmiany o długim okresie uśpienia. W ostatnich latach prowadzone są prace hodowlane nad wydłużaniem okresu uśpienia, uzyskaniem nowych form genetycznych, przydatnych do przechowywania w niskich temperaturach, o niskiej i stabilnej zawartości cukrów redukujących. Są to ważne cechy bulw ziemniaka przydatnych do przetwórstwa spożywczego.

Inną metodą ograniczania kiełkowania jest wykorzystanie chemicznych inhibitorów, które mogą być stosowane w końcowym okresie wegetacji lub podczas przechowywania. Metoda ta jest bardzo popularna w wielu krajach w przypadku ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego. Wymogi przemysłu spożywczego są bardzo rygorystyczne odnośnie jakości surowca. Bulwy

ziemniaka muszą być w dobrym turgorze, nieskiełkowane i o niskiej zawartości cukrów. W integrowanej technologii można dopuścić zastosowanie chemicznych inhibitorów kiełkowania bulw ziemniaka z przeznaczeniem do przetwórstwa spożywczego. Wykaz preparatów zarejestrowanych w Polsce znajduje się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Należy mieć świadomość, że preparatów tych nie można stosować na sadzeniaki, jak również w żadnym wypadku nie można w tych samych pomieszczeniach czy kopcach przechowywać bulw traktowanych inhibitorami wzrostu kiełków i sadzeniaków.

Zmiany jakościowe bulw podczas przechowywania

Procesy fizjologiczno-biochemiczne zachodzące w przechowywanych bulwach ziemniaka prowadzą nie tylko do zmian ilościowych, ale również i jakościowych. Jakość ziemniaka jest związana ze składem chemicznym bulw, ale duży wpływ na nią wywiera odmiana, warunki w czasie wzrostu i przechowywania. Najbardziej pożądane są odmiany o stabilnej zawartości suchej masy, o niskiej zawartości azotanów i glikoalkaloidów oraz charakteryzujące się małą skłonnością do nagromadzania cukrów. Wzrost zawartości cukrów w bulwach ziemniaka powoduje słodki posmak po ugotowaniu, a w przetwórstwie spożywczym pogorszenie barwy produktów (brązowe przebarwienia).

Problem pogorszenia jakości bulw jest szczególnie dotkliwy we wszystkich asortymentach ziemniaka jadalnego, zarówno przeznaczanego bezpośrednio do konsumpcji, jak również kierowanego do przetwórstwa spożywczego celem utrzymania dobrej jakości. Te kierunki użytkowania wymagają wyższych temperatur przechowywania celem utrzymania dobrej jakości w czasie całego okresu składowania ze względu na konieczność utrzymania niskiej zawartości cukrów redukujących. Przemysł przetwórczy wymaga przechowywania surowca ziemniaczanego przez długi okres do 9 miesięcy (do czerwca), w temperaturze 6-8°C, a nawet i wyższej. Wymaganiom tym można sprostać jedynie, stosując ograniczanie kiełkowania bulw. W skiełkowanych bulwach następują niekorzystne przemiany prowadzące do: utraty turgoru, ubytków suchej masy i skrobi, wzrostu zawartości cukrów, azotanów i glikoalkaloidów, zmniejszenia zawartości witaminy C i większej skłonności do ciemnienia miąższu.

Optymalne warunki termiczne i wilgotnościowe okresu przechowywania

Wieloletnie badania przeprowadzone w IHAR - PIB umożliwiły poznanie przebiegu procesów fizjologicznych i biochemicznych zachodzących w zróżnicowanych warunkach magazynowania (tab. 35). Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano zalecenia odnośnie optymalnych warunków przechowywania bulw ziemniaka w zależności od ich przeznaczenia.

Tabela 35. Wymagana temperatura i wilgotność względna powietrza zależnie od etapu przechowywania i kierunku użytkowania ziemniaków

Etapy przechowywania	Rodzaj użytkowania	Temperatura [°C]	Wilgotność względna powietrza [%]
Dojrzewanie bulw, osuszanie, zabiżnianie uszkodzeń, korkowacenie skórki (2 tygodnie)	wszystkie odmiany, niezależnie od ich użytkowania	15 (12-18)	90-95
Schładzanie (4-6 tygodni)	zależnie od odmiany i jej przeznaczenia	stopniowe obniżanie temperatury	90-95
Długotrwałe przechowywanie (6-7 miesięcy)	sadzeniaki jadalne do przerobu na produkty spożywcze, przemysł skrobiowy i gorzelniczy	2-6	90-95
		4-6	90-95
		6-8	90-95
		do 4	90-95
Przygotowanie ziemniaków przed ich użytkowaniem: - jadalne i na produkty spożywcze (ok. 10 dni) - sadzeniaki (na świetle 3-5 tygodni, podkiełkowanie)	jadalne do przerobu na produkty spożywcze, sadzeniaki	10	90 (85-95)
		10-15	75-80

Etapy przechowywania bulw ziemniaka

I etap – wstępny okres przechowywania

Etap ten jest uważany za najważniejszy w całym okresie przechowywania. Wyodrębnia się w nim: fazę osuszania bulw, dojrzewania i zabiżniania uszkodzeń. Tuż po złożeniu ziemniaków do przechowywania należy dążyć do jak najszybszego osuszenia ich, aby usunąć wilgoć znajdującą się na powierzchni bulw. Jest to bardzo ważne, szczególnie przy zbiorze bulw mokrych. Praktycznie przez 2-3 pierwsze doby przechowywania wietrzenie powinno być bardzo intensywne, aby możliwe było usunięcie nadmiaru wilgoci, wydzielanego przez bulwy dwutlenku węgla i ciepła w procesie oddychania.

W drugiej fazie następuje gojenie zranień (zabiżnianie) i tworzenie skorkowatej perydermy (skórki). Są to procesy bardzo korzystne, gdyż sprzyjają one ograniczeniu nadmiernego wydzielania wody z bulw i zapobiegają rozwojowi zgnilizn. Szybkość tych procesów zależy głównie od temperatury i odmiany. Zalecana temperatura około 15°C sprawia, że zabiżnianie uszkodzeń i korkowacenie skórki zachodzi szybko i skutecznie. Wyższe i niższe temperatury zdecydowanie wydłużają czas trwania tych korzystnych procesów. Długość fazy dojrzewania trwa przeciętnie 14

dni. Niewłaściwe postępowanie z ziemniakami w tym czasie powoduje zawilgocenie bulw, zaparzenie i pleśnienie, wzmożone procesy oddychania i wydzielania wody, zahamowanie lub wydłużenie czasu korkowacenia skórki i zabiżnienia uszkodzeń mechanicznych. Tym niekorzystnym zmianom można zapobiec przez:

- intensywną wentylację w pomieszczeniach przechowalniczych wyposażonych w urządzenia wentylacyjne;
- w kopcach tradycyjnych – osuszyć bulwy przez wymianę mokrej słomy, a po okryciu ziemią pozostawić odsłoniętą kalenicę na całej długości kopca.

Należy unikać bezpośredniego okrywania pryzm ziemniaczanych folią, gdyż efekt będzie odwrotny – zamiast osuszenia, nastąpi skraplanie pary wodnej.

II etap – schładzanie

Po zakończeniu fazy dojrzewania bulwy powinny być powoli schładzane do poziomu temperatury wymaganej w długotrwałym przechowywaniu. Obniżenie temperatury powinno być powolne (od 0,3 do 1°C w ciągu doby) do temperatury właściwej dla danego kierunku użytkowania. Wilgotność względna powietrza, niezależnie od kierunku użytkowania, powinna wynosić 95%. I i II etap określany jest w przechowalnictwie okresem przygotowawczym.

III etap – długotrwałe przechowywanie

Po zakończeniu okresu przygotowawczego, którego czas wynosi około 4 tygodni, następuje okres długotrwałego przechowywania. Czas jego trwania jest zróżnicowany i uzależniony od terminu zagospodarowania bulw ziemniaka. Temperaturę należy utrzymywać na poziomie uzyskanym w końcowym etapie schładzania, zgodnie z przeznaczeniem ziemniaków. Wilgotność względna powietrza, niezależnie od kierunku użytkowania, powinna wynosić 90–95%.

Na wielkość strat i ubytków w tym etapie wpływa temperatura, wilgotność powietrza, czas magazynowania, a także uwarunkowania odmiany pod względem trwałości przechowalniczej.

IV etap – przygotowanie ziemniaków do ich użytkowania

Optymalna temperatura i wilgotność powietrza, podobnie jak w poprzednim etapie, zależy od kierunku użytkowania (tab. 35). Podwyższenie temperatury ma na celu zwiększenie odporności bulw na uszkodzenia w czasie rozładunku, sortowania oraz zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach (rekondycjonowanie).

Choroby bulw okresu przechowalniczego i sposoby ich ograniczania

Porażenie bulw chorobami przechowalniczymi należy uznać za najbardziej szkodliwe gospodarczo, gdyż wpływa ono na wzrost strat, obniżenie jakości oraz zmniejszenie wartości nasiennej sadzeniaków. Do najczęściej występujących cho-

rób w czasie przechowywania zalicza się: zarazę ziemniaka, suchą zgniliznę, mokrą i mieszaną zgniliznę.

Zaraza ziemniaka

Sprawcą choroby jest organizm grzybopodobny *P. infestans*, który poraża zarówno część nadziemną rośliny, jak również bulwy. Zainfekowane bulwy mogą gnić w polu lub gdy infekcja nastąpiła w końcowym okresie wegetacji – w czasie przechowywania. Na powierzchni bulw występują purpurowo-oliwiane plamy, a na przekroju widoczne są rdzawe, twarde nacieki wnikające w głąb miąższu. Wielkość strat w plonie uzależniona jest od terminu wystąpienia i nasilenia choroby, warunków pogody w końcowym okresie wegetacji i od odporności odmiany. Często zdarza się, że bulwy chore ulegają wtórnemu porażeniu sprawcami innych chorób (grzybami i bakteriami).

Skuteczna ochrona plantacji w okresie wegetacji zapobiega porażeniu bulw. Ponadto przestrzeganie zasad prawidłowego przechowywania, a przede wszystkim jak najszybsze osuszenie bulw we wstępnej pierwszej fazie składowania i systematyczne wietrzenie, poprawia trwałość przechowalniczą.

Sucha zgnilizna

Sprawcą choroby są grzyby z rodzaju *Fusarium*. Jest to jedna z najbardziej rozpowszechnionych chorób przechowalniczych. Źródłem infekcji jest gleba i gnijące bulwy. Grzyby wywołujące tę chorobę atakują bulwy w miejscach uszkodzeń mechanicznych, a także w miejscach porażonych innymi patogenami, np. zarazą ziemniaka. Szczególnie głębokie uszkodzenia miąższu (powyżej 5 mm) sprzyjają rozwojowi tej choroby. W czasie przechowywania sucha zgnilizna rozwija się intensywniej w środowisku o podwyższonej temperaturze. Na powierzchni porażonej bulwy tworzy się grzybnia o różnym zabarwieniu. Wewnątrz widoczne są suche szczeliny, wypełnione jasną grzybnią. Chore bulwy wysychają, mumifikują się lub rozpadają.

Aby ograniczyć rozwój suchej zgnilizny, należy unikać uszkodzeń mechanicznych w czasie zbioru, transportu i sortowania. Ponadto dobre efekty uzyskuje się, uprawiając odmiany odporne na uszkodzenia mechaniczne i porażenie grzybami z rodzaju *Fusarium*.

Mokra zgnilizna

Jest to choroba bakteryjna wywołana przez bakterie, głównie z rodzaju *Erwinia*. Do zakażenia dochodzi najczęściej w polu. Zakażone bulwy pochodzą spod roślin, które wykazywały objawy czarnej nóżki w końcowym okresie wegetacji. Porażone bulwy są źródłem infekcji zarówno bulw uszkodzonych, jak i porażonych innymi patogenami, np. zarazą ziemniaka w czasie zbioru, transportu, sortowania i przechowywania. Choroba rozwija się intensywniej w warunkach podwyższonej tem-

peratury i wilgotności powietrza, zwiększonego stężenia CO₂ w atmosferze. Ma to zazwyczaj miejsce w nieprawidłowo wietrzonych przyzmach ziemniaczanych, np. kopcach tradycyjnych. Gnicie rozpoczyna się zazwyczaj od przetchlinek, a następnie w szybkim tempie jest porażana cała bulwa i zmienia się w miękką, cuchnącą masę. Zapobieganiu tej choroby sprzyjają: wysadzanie zdrowych sadzeniaków, usuwanie roślin porażonych czarną nóżką wraz z bulwami z plantacji (selekcja negatywna), niedopuszczanie do przechowywania bulw uszkodzonych i z objawami mokrej zgnilizny, wybór odmiany o podwyższonej odporności na porażenie bakteriami oraz przestrzeganie zasad prawidłowego przechowywania.

Zgnilizny mieszane

Jak wykazały badania, w praktyce w czasie przechowywania rzadko dochodzi do infekcji przez jednego patogena. Najczęściej gnicie bulw jest wynikiem wnikięcia do miąższu kilku patogenów. Infekcja mieszana grzybami i bakteriami powoduje znacznie wyższe straty niż pojedyncze infekcje. Najprawdopodobniej oba te patogeny stymulują swój rozwój. Stymulujący wpływ na rozwój zgnilizn mieszanych, mają również warunki przechowywania, tj. podwyższona wilgotność i wzrost stężenia CO₂ w atmosferze.

Rozwijający się nowoczesny rynek ziemniaka jadalnego, oferujący konsumentom konfekcjonowane i myte bulwy, sprawia, że coraz większym problemem stają się choroby skórki (parch zwykły, parch srebrzysty, rizoktonioza, alternarioza), które są bardziej widoczne na bulwach czystych. Należy sądzić, że tym chorobom poświęci się więcej uwagi w najbliższej przyszłości, gdyż to one wpływają na wygląd bulw.

Ze względu na duże straty spowodowane rozwojem chorób przechowalniczych, zwalczanie oraz zapobieganie ich rozwojowi powinno stać się głównym elementem kompleksowej uprawy, zbioru, obróbki i przechowywania ziemniaków. Bardzo duży wpływ na rozwój chorób wywierają uszkodzenia mechaniczne (które sprzyjają rozwojowi wszystkich chorób przechowalniczych) i odporność genetyczna odmiany na porażenie bulw patogenami. Zakres porażenia chorobami przechowalniczymi odmian aktualnie znajdujących się w rejestrze jest dość duży i waha się od 2 do 8 w skali 9-stopniowej. Wybór odmiany o podwyższonej odporności na choroby i dobrej przydatności do długotrwałego przechowywania (o wyższych notach w skali 9-stopniowej) oraz przestrzeganie zasad prawidłowego przechowywania wpływa na ograniczenie strat w czasie składowania bulw ziemniaka.

Metody przechowywania ziemniaków

Przechowywanie ziemniaków w kopcach

W prawidłowo wykonanym kopcu można osiągnąć dobrą jakość sadzeniaków i ziemniaków jadalnych. Teren, na którym mają być założone kopce powinien

być równy, suchy o przepuszczalnym podłożu. Na glebach zwięzłych trzeba zadbać o odprowadzenie wód opadowych. W celu równomiernego nagrzewania się kopca od słońca, a także równomiernego schładzania wskazane jest usytuowanie kopców w kierunku północ-południe.

Przed usypywaniem przyzmy należy podłoże wyrównać na głębokość do 10 cm. Szerokość kopca powinna wynosić 180 cm. Po usypaniu przyzma wymaga wyrównania w formę trójkąta o wysokości 90 cm. Do pomiaru temperatury powinno się używać termometrów kopcowych lub elektronicznych.

Okrycie kopca składa się z dwóch warstw: jesiennej i zimowej. Okrycie jesienne zabezpiecza przed przymrozkami i umożliwia łatwiejsze odprowadzenie ciepła i wilgoci w pierwszej fazie przechowywania. Kiedy temperatura w kopcu spadnie do 3°C i zamrznie ziemia okrywowa kopca, jest to najlepsza pora do okrywania zimowego. Okrywa ta składa się z dwóch warstw: słomy grubości 10–15 cm i ziemi grubości 15 cm. Na zimę kopiec powinien być obsypany ziemią całkowicie bez zostawiania wolnej kalenicy.

Kontrola kopca powinna obejmować ocenę wizualną stanu bulw, szczególnie po okresie przechowywania trwającym około jednego miesiąca.

Wiosenne odkrycie kopca i rozładunek dokonuje się wyłącznie w temperaturze powietrza powyżej 0°C. Okrywę zdejmuje się całkowicie tylko na długości odpowiadającej tej części kopca, która podlega rozładunkowi.

Przechowywanie ziemniaków w piwnicach

W gospodarstwach występują piwnice wolnostojące, jak również pod budynkami gospodarczymi. Wszystkie typy piwnic charakteryzują się tym, że wietrzenie przyzmy odbywa się metodą naturalną. Chłodne powietrze dostaje się nad przyzmą ziemniaków i od góry wnika w głąb przyzmy. Ze względu na to, że do piwnicy zasypywane są ziemniaki o różnej frakcji i z dużą ilością ziemi, to warunki dla przepływu powietrza są ograniczone.

Wymiana powietrza w przyzmie zachodzi na głębokość 100–120 cm. Zwiększenie intensywności wietrzenia możliwe jest przez umieszczenie podłogi ażurowej na posadzce piwnicy na wysokości 15 cm. Powietrze pod podłogę powinno zostać doprowadzone kanałem z zewnątrz piwnicy. Zwiększony przepływ powietrza przez ziemniaki umożliwia usypywanie większych przyzm do 150 cm wysokości oraz łatwiej osusza ziemniaki wilgotne zasypane do piwnicy. W piwnicy powinien być umieszczony termometr, który posłuży do podjęcia decyzji o zamknięciu wietrzników, ewentualnego docieplenia otworów zasypowych oraz drzwi w okresie silnych mrozów.

Kontrola ziemniaków w piwnicy polega na pomiarze temperatury i obserwacji wierzchniej warstwy przyzmy ziemniaków.

Adaptacja budynku na przechowalnię

Adaptacja ma na celu nadanie budynkowi takich właściwości, jakie posiada przechowalnia, tj. wykonanie izolacji, systemu wentylacji oraz wyposażenie w maszyny do załadunku i rozładunku. W gospodarstwie rolnym budynkami, które najlepiej nadają się do adaptacji na przechowalnię może być stodoła lub obora.

Kontrola warunków przechowywania w przechowalniach gospodarczych i budynkach adaptowanych na przechowalnię jest zbliżona do zaleceń w nowoczesnych przechowalniach. Dodatkowo w małych przechowalniach gospodarczych można stosować przykrycie przyzmy ziemniaków słomą lub innym materiałem izolacyjnym w celu zabezpieczenia wierzchu przyzmy przed wychłodzeniem i skropleniem wody, gdyż w mokrych ziemniakach intensywniej rozwijają się choroby.

Przechowalnie ziemniaków

Przechowalnia powinna charakteryzować się niskimi kosztami budowy i eksploatacji, jednocześnie zapewniając odpowiednie warunki do przechowywania ziemniaków. W dużej mierze zależy to od właściwej lokalizacji, sposobu składowania i od rozwiązań konstrukcyjnych budynku, materiałów zastosowanych do budowy oraz od rozwiązań systemu wentylacyjnego.

Lokalizacja budynku powinna uwzględniać następujące elementy:

- dogodny dojazd i wjazd do przechowalni;
- budynek nie powinien być usytuowany w zagłębieniu terenu, a podłoże powinno być suche i przepuszczalne;
- w przechowalniach zagłębionych poziom wody musi być niżej o 1 m od poziomu posadzki;
- pomieszczenia składowe powinny być lokalizowane od strony północnej, a sortownie od południowej;
- czerpnie powietrza najlepiej spełniają funkcję, gdy są usytuowane od strony północnej i zachodniej.

Ziemniaki w przechowalni mogą być składowane luzem i w paletach skrzyniowych.

Wysokość składowania luzem waha się w granicach od 2 do 5 m. Wysokość wolnej nad przyzmą przestrzeni, w której odbywa się ruch powietrza podczas wietrzenia, powinna wynosić 1–2 m.

Do składowania ziemniaków w paletach, w Polsce używa się najczęściej palet skrzyniowych o wymiarach $1,2 \times 0,8 \times 1,0$ m i pojemność 500 kg lub o wymiarach $1,8 \times 1,2 \times 1,0$ i pojemności 1000 kg spiętrzanych na wysokość 3–6 palet. Pusta przestrzeń nad paletami powinna mieć wysokość około 1 m.

Do utrzymania wymaganej temperatury i wilgotności w przechowalni stosowane są systemy wentylacji. Ponadto wentylacja może być wykorzystana do rozprowadzania środków przeciwko kiełkowaniu.

Właściwe sterowanie systemem wietrzenia w dużej mierze decyduje o dobrym przechowywaniu.

W zakres sterowania wchodzi głównie załączanie wentylatora i otwieranie klap. Te czynności mogą być wykonywane ręcznie, półautomatycznie lub całkowicie automatycznie.

Głównymi czynnikami wpływającymi na ograniczenie strat w przechowalniach i budynkach adaptowanych na przechowalnię (z systemem wentylacji mechanicznej) należą:

- dobór odmian o wysokiej trwałości przechowalniczej;
- zbiór dojrzałych bulw;
- przeznaczanie do przechowywania ziemniaków tylko ze zdrowych plantacji;
- zapobieganie uszkodzeniom mechanicznym podczas zbioru i przeładunku;
- szczególne przestrzeganie pierwszego okresu przechowywania – osuszania i gojenia bulw;
- zagwarantowanie wymaganej temperatury i wilgotności w przechowalni dla każdego etapu przechowywania;
- likwidowanie zawilgocenia ścian i sufitu, stosując wentylację obiegową;
- zapobieganie kiełkowaniu przez utrzymywanie minimalnej dopuszczalnej temperatury dla danej odmiany i kierunku użytkowania;
- przeprowadzanie wentylacji przy wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego;
- ograniczanie czasu wentylacji do niezbędnego minimum;
- usuwanie pojawiających się ognisk gnilnych w pryzmie.

Dezynfekcja obiektów przechowalniczych

Obiekty przechowalnicze są zbudowane z różnych materiałów i wymagają różnego potraktowania. W kopcu ziemniaki stykają się z ziemią i słomą. W przechowalniach różnego typu stykają się z betonem, drewnem oraz elementami stalowymi.

We wszystkich obiektach wymagane jest utrzymanie czystości. Po zakończeniu sezonu przechowalniczego, przechowalnia i piwnica muszą być oczyszczone ze wszystkich ziemniaków zdrowych i chorych. Posadzka dokładnie zamieciona i umyta strumieniem wody.

W przechowalni o składowaniu luzem, dodatkowo powinny być umyte ściany stalowe, ceramiczne oraz drewniane. Miejsca, gdzie zgniłe ziemniaki zostawiły plamy na ścianach, powinny być umyte środkiem dezynfekującym rozpuszczonym w ciepłej wodzie i intensywnie szczotkowane. W przechowalni paletowej po zakończeniu przechowywania, palety powinny być wystawione na zewnątrz, na

mróz i słońce (czynniki dezynfekujące). Natomiast palety pozostawione w przechowalni, szczególnie w których leżały zgniłe ziemniaki, powinny zostać umyte i pozostawione do dezynfekcji całego obiektu. Po kilku dniach od oczyszczenia i umycia przechowalni powinna zostać przeprowadzona dezynfekcja.

Ziemniaki odpadowe z kopców i przechowalni powinny być wywożone do specjalnie do tego celu wykopanego dołu, następnie przesypane wapnem gaszonym lub niegaszonym i przykryte cienką warstwą ziemi. Dezynfekcja w przechowalni musi obejmować budynek i maszyny. Środki dezynfekujące mogą być stosowane za pomocą opryskiwacza lub generatora mgły. Po 2-3 dniach od zabiegu przechowalnia powinna być wywietrzona. Wykaz środków do dezynfekcji znajduje się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

12. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI

12.1. Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin

Obowiązek prowadzenia dokumentacji dotyczącej stosowania środków ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych wynika z art. 67 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy jak: nazwa środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar (lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin (tab. 36). Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obowiązuje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin przez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Stosujący środki ochrony roślin może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą, np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny aplikacji. Po wykonaniu zabiegu w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności.

Prowadzona starannie dokumentacja jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania. Ewidencja zabiegów ma także duże znaczenie w przypadku wykonywania zabiegów, w trakcie których mogło dojść do wystąpienia m.in.: zatrucia osób lub pszczół czy uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka w produkcji rolniczej może być również pomocna przy wyborze roślin następnych w płodozmianie.

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników stosowania zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy kontrolnej (tab. 37).

Tabela 36. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

Lp.	Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola	Zastosowany środek ochrony roślin			Przyczyna zastosowania środka ochrony roślin z podaniem nazwy choroby, szkodnika lub chwastu	Uwagi		
						nazwa handlowa	nazwa substancji czynnej	dawka [l/ha], [kg/ha] lub stężenie [%]		faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1												
2												
3												

Tabela 37. Lista kontrolna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin

I. Działania w celu zapobiegania lub ograniczenia występowania organizmów szkodliwych	Tak/Nie	Nie dotyczy	Uwagi
1	2	3	4
Płodozmian, termin siewu lub sadzenia	☐ / ☐	☐	
Agrotechnika uprawy	☐ / ☐	☐	
Stosowanie odmian odpornych/ tolerancyjnych oraz materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie zgodnie z przepisami o nasiennictwie	☐ / ☐	☐	
Biologiczne i mechaniczne zwalczanie organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Zrównoważone nawożenie, nawadnianie i wapnowanie	☐ / ☐	☐	
Stosowanie środków higieny (np. czyszczenie i dezynfekcja maszyn, sprzętu, powierzchni magazynowych, monitorowanie stanu ziemioplodów przed ich zmagazynowaniem itp.)	☐ / ☐	☐	
Inne, wskazać jakie	☐ / ☐	☐	

Tabela 37. Lista kontrolna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin – cd.

1	2	3	4
II. Korzystanie z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o zwalczaniu organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Monitorowanie organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Progi ekonomicznej szkodliwości	☐ / ☐	☐	
Opracowania naukowe, dane meteorologiczne	☐ / ☐	☐	
Korzystanie z usług doradczych w integrowanej ochronie roślin	☐ / ☐	☐	
III. Podejmowanie działań w celu minimalizowania zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin	☐ / ☐	☐	
Stosowanie selektywnych środków ochrony roślin	☐ / ☐	☐	
Ograniczenie liczby zabiegów	☐ / ☐	☐	
Redukowanie dawek	☐ / ☐	☐	
Przemienne stosowanie środków ochrony roślin	☐ / ☐	☐	
IV. Czy w ocenie profesjonalnego użytkownika stosowane działania i metody integrowanej ochrony roślin są efektywne?	☐ / ☐	☐	

Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem realizacji zasad integrowanej ochrony roślin wiąże się wypełnieniem podstawowych wymogów prawnych dotyczących posiadanej dokumentacji, środków ochrony roślin oraz prawidłowości wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin. Poniżej zamieszczone punkty umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikować spełnienie tych wymogów (tab. 38).

12.2. Dokumentacja w integrowanej produkcji roślin

W przypadku, kiedy producent ubiega się o certyfikat integrowanej produkcji roślin, to zobowiązany jest do dokumentowania prowadzonych działań związanych z produkcją roślin w notatniku integrowanej produkcji roślin. Wzór notatnika IP Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi określił w Rozporządzeniu z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie dokumentowania działań związanych z integrowaną produkcją roślin (Dz. U. poz. 788). Prawidłowo i na bieżąco prowadzony notatnik IP stano-

Tabela 38. Obligatoryjne wymagania dla profesjonalnego użytkownika środków ochrony roślin

Punkty kontrolne	Spełnienie wymogów (Tak lub Nie)	Opis, w jaki sposób wymaganie zostało spełnione
Posiadanie, przez osobę stosującą środki ochrony roślin, aktualnego, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenia o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin (przy fumigowaniu w zakresie stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji) lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin (lub uprawnień wynikających ze zwolnień w ramach ustawy o środkach ochrony roślin)	☐ / ☐	
Posiadanie dowodów zakupu fabrycznie nowego sprzętu, albo aktualnego protokołu badania technicznego potwierdzającego sprawność techniczną sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin oraz oznaczenia znakiem kontrolnym lub posługiwanie się sprzętem wyłączonym z obowiązku badań	☐ / ☐	
Posiadanie i prawidłowe prowadzenie dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin	☐ / ☐	
Stosowanie środków ochrony roślin zgodnie z etykietą	☐ / ☐	
Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin	☐ / ☐	
Przechowywanie środków ochrony roślin wyłącznie w oryginalnych opakowaniach	☐ / ☐	
Przechowywanie środków ochrony roślin w miejscach do tego przeznaczonych zgodnie wymaganiami prawa	☐ / ☐	
Używanie wyłącznie środków ochrony roślin wpisanych do rejestru środków dopuszczonych do obrotu zezwoleniem/ pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa	☐ / ☐	
Używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin	☐ / ☐	
Prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin	☐ / ☐	
Przestrzeganie okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami	☐ / ☐	

wi jeden z niezbędnych elementów wymaganych przez podmioty certyfikujące do wydania certyfikatu integrowanej produkcji roślin.

Do notatnika integrowanej produkcji roślin, producent ubiegający się o certyfikat IP zobowiązany jest wpisać informacje dotyczące prowadzonej uprawy, pól wraz z planem sytuacyjnym. Wpisywane w części początkowej notatnika informacje powinny uwzględniać ogólne dane dotyczące prowadzonego gospodarstwa, posiadanego sprzętu do stosowania środków ochrony roślin oraz ich operatorów, płodozmianu, materiału siewnego lub nasion przeznaczonych do siewu wraz z informacją dotyczącą wysiewu. Następną częścią notatnika jest dział dotyczący analiz gleby i roślin oraz nawożenia. W tym dziale należy odnotować informacje dotyczące przeprowadzonych analiz nawozowych, ze szczególnym uwzględnieniem wskazanych w metodykach IP. Analizy są podstawową czynnością mającą wpływ na prawidłowe ustalenie potrzeb nawozowych roślin, w związku z tym ta czynność powinna być obowiązkowo wykonana i odnotowana w notatniku. W tabelach dotyczących nawożenia producent notuje wszystkie zastosowane nawozy organiczne, mineralne oraz wapnowanie z uwzględnieniem rodzaju nawozu wraz z dawką i miejscem jego stosowania. W przypadku integrowanej produkcji nawożenie dolistne powinno być skorelowane z obserwacjami zaburzeń fizjologicznych. Producent jest zobowiązany do prowadzenia systematycznych lustracji plantacji pod kątem występowania chorób fizjologicznych i każdorazowo ten fakt odnotować.

Podstawowym elementem notatnika IP jest tabela „Obserwacje kontrolne i rejestr zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin”. Producent zobowiązany jest do prowadzenia systematycznych lustracji i każdorazowego odnotowania tego faktu w części tabeli dotyczącej obserwacji zdrowotności roślin. W przypadku stwierdzenia nasilenia występowania agrofagów ponad poziom określony w metodyce i wykonania zabiegu ochrony roślin należy ten fakt skrupulatnie odnotować (tab. 39). Obowiązkowo należy ewidencjonować użyte herbicydy i inne środki chemiczne. W notatniku IP znajduje się również miejsce do odnotowywania agrotechnicznych zabiegów uprawowych oraz niechemicznych metod zapobiegania występowaniu i zwalczania chwastów. W części końcowej notatnika IP producent odnotowuje informacje dotyczące zbiorów, spełnienia wymagań higieniczno-sanitarnych oraz wymagań z zakresu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi.

Prowadzenie notatnika zwalnia producenta z obowiązku prowadzenia dodatkowej dokumentacji zabiegów dla zgłoszonej uprawy, ponieważ wszystkie wymogi w tym zakresie, określone Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. i ustawą o ośrodkach ochrony roślin są spełnione. W takim przypadku producent obowiązany jest przechowywać notatnik przez okres 3 lat.

Tabela 39. Lista Kontrolna IP dla upraw rolniczych

Wymagania podstawowe (zgodność 100%, tj. 28 punktów)			
Lp.	Punkty kontrolne	TAK/ NIE	Komentarz
1	Czy producent prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora?	☐ / ☐	
2	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	☐ / ☐	
3	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	☐ / ☐	
4	Czy Notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	☐ / ☐	
5	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	☐ / ☐	
6	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	☐ / ☐	
7	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	☐ / ☐	
8	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam gdzie jest to uzasadnione?	☐ / ☐	
9	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam gdzie to jest możliwe)?	☐ / ☐	
10	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	☐ / ☐	
11	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie - roślinie?	☐ / ☐	
12	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	☐ / ☐	

13	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4 m/s)?	☐ / ☐	
14	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	☐ / ☐	
15	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum ?	☐ / ☐	
16	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	☐ / ☐	
17	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	☐ / ☐	
18	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	☐ / ☐	
19	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	☐ / ☐	
20	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	☐ / ☐	
21	Czy opryskiwacze wymienione w Notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	☐ / ☐	
22	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	☐ / ☐	
23	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwacza?	☐ / ☐	
24	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	☐ / ☐	
25	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym, zamkniętym pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	☐ / ☐	
26	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	☐ / ☐	
27	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	☐ / ☐	
28	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony pożytecznych organizmów?	☐ / ☐	
Suma punktów			

Wymagania dodatkowe dla polowych upraw rolniczych (zgodność min. 50%, tj. 8 punktów)			
Lp.	Punkty kontrolne	TAK/ NIE	Komentarz
1	Czy uprawiane odmiany roślin zostały dobrane pod kątem integrowanej produkcji roślin?	☐ / ☐	
2	Czy każde pole jest oznaczone zgodnie z wpisem w Notatniku IP?	☐ / ☐	
3	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	☐ / ☐	
4	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami IP?	☐ / ☐	
5	Czy w uprawach jest stosowany zalecany międzyplon?	☐ / ☐	
6	Czy w gospodarstwie prowadzi się działania ograniczające erozję gleby?	☐ / ☐	
7	Czy do wykonania zabiegu były używane opryskiwacze wyszczególnione w notatniku IP?	☐ / ☐	
8	Czy maszyny do stosowania nawozów są utrzymane w dobrym stanie technicznym?	☐ / ☐	
9	Czy maszyny do stosowania nawozów umożliwiają dokładne ustalenie dawki?	☐ / ☐	
10	Czy każde zastosowane nawożenie jest zanotowane z uwzględnieniem formy, rodzaju, daty stosowania, ilości oraz miejsca stosowania i powierzchni?	☐ / ☐	
11	Czy nawozy są magazynowane w oddzielnym, wyznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	☐ / ☐	
12	Czy producent zabezpiecza puste opakowania po środkach ochrony roślin przed dostępem osób postronnych?	☐ / ☐	
13	Czy producent posiada odpowiednio przygotowane miejsce do zbierania odpadów i odrzuconych plodów rolnych?	☐ / ☐	
14	Czy w pobliżu miejsc pracy znajdują się apteczki pierwszej pomocy medycznej?	☐ / ☐	
15	Czy w gospodarstwie są wyraźnie oznaczone miejsca niebezpieczne np. miejsca przechowywania środków ochrony roślin?	☐ / ☐	
Suma punktów			

Zalecenia (realizacja min. 20%, tj. 2 punktów)			
Lp.	Punkty kontrolne	TAK/ NIE	Komentarz
1	Czy dla gospodarstwa są sporządzone mapy glebowe?	☐ / ☐	
2	Czy nawozy nieorganiczne są magazynowane w czystym i suchym pomieszczeniu?	☐ / ☐	
3	Czy wykonano analizę chemiczną nawozów organicznych na zawartość składników pokarmowych?	☐ / ☐	
4	Czy oświetlenie w pomieszczeniu, gdzie przechowywane są środki ochrony roślin umożliwia odczytywanie informacji zawartych na opakowaniach środków ochrony roślin?	☐ / ☐	
5	Czy producent wie, jak należy postępować w przypadku rozlania lub rozsypania się środków ochrony roślin i czy ma narzędzia do przeciwdziałania takiemu zagrożeniu?	☐ / ☐	
6	Czy producent ogranicza dostęp do kluczy i magazynu, w którym przechowuje środki ochrony roślin, osobom niemającym uprawnień w zakresie ich stosowania?	☐ / ☐	
7	Czy producent przechowuje w gospodarstwie tylko środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawianych przez siebie gatunkach?	☐ / ☐	
8	Czy producent pogłębia wiedzę na spotkaniach, kursach lub konferencjach poświęconych integrowanej produkcji roślin?	☐ / ☐	
9	Czy producent korzysta z usług doradczych?	☐ / ☐	
Suma punktów			

13. ROLA DORADZTWA ROLNICZEGO W UPOWSZECHNIANIU INTEGROWANEJ OCHRONY I PRODUKCJI ROŚLIN. PODSTAWY PRAWNE I ORGANIZACYJNE SYSTEMU DORADZTWA ROLNICZEGO

Jednostki doradztwa rolniczego funkcjonują na podstawie Ustawy z 22 października 2004 roku o jednostkach doradztwa rolniczego (tj. z 2013 r. Dz. U. poz. 474). Zgodnie z tą ustawą, struktury publicznego doradztwa rolniczego tworzą następujące jednostki:

- Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie (CDR), posiadające 3 oddziały (w Krakowie, Poznaniu i Radomiu);
- 16 wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego (ODR).

Centrum Doradztwa Rolniczego funkcjonuje jako państwowa osoba prawna i podlega bezpośrednio ministrowi rolnictwa i rozwoju wsi. Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego z uwagi na wejście w życie ustawy z dnia 22 czerwca 2016 roku o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego stały się państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 roku wprowadziła podległość wojewódzkich jednostek doradztwa rolniczego do ministra właściwego do spraw rozwoju wsi.

Ośrodki doradztwa rolniczego znajdują się w każdym województwie. Struktura organizacyjna tych instytucji jest następująca:

- centrala z działami zatrudniającymi doradców-specjalistów;
- biura powiatowe i biura na poziomie gmin zatrudniające doradców terenowych.

Wszystkie ODR-y, oprócz doradztwa indywidualnego, organizują szkolenia i doradztwo grupowe, prowadzą własne strony internetowe, wydają czasopisma – miesięczniki adresowane do rolników i mieszkańców wsi, a także organizują wystawy, targi, pokazy i konkursy. Większość posiada pokazowe gospodarstwa rolne, w których prowadzone są poletka demonstracyjne, najczęściej we współpracy z instytucjami naukowymi. W celu dostosowania programów działania do potrzeb i oczekiwań mieszkańców wsi, przy każdej jednostce działa Społeczna Rada Doradztwa Rolniczego.

Obowiązujące w Unii Europejskiej regulacje prawne, dotyczące funkcjonowania systemu doradztwa rolniczego (Farm Advisory System – FAS), nakładają na administrację państw członkowskich wymóg zapewnienia rolnikom właściwego dostępu do doradztwa rolniczego. Zgodnie z oczekiwaniami Komisji Europejskiej, System Doradztwa Rolniczego powinien być sprawny i merytorycznie przygotowany do wdrażania rozwiązań planowanych do realizacji w latach 2014–2020.

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej Izb Rolniczych, działających na podstawie Ustawy z dnia 14 grudnia 1995 r. (Dz. U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby Rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz. U. z 2013 r. poz. 672.).

Aby korzystać ze wsparcia w ramach działania „Korzystanie z usług doradczych przez rolników i posiadaczy lasów”, firmy prywatne muszą uzyskać akredytację ministra rolnictwa i rozwoju wsi.

Institucją odpowiedzialną za doskonalenie zawodowe w zakresie problematyki rolnictwa i rozwoju obszarów wiejskich doradców rolniczych jest Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Organizując szkolenia, przygotowało doradców do realizacji działań w ramach polityki rolnej i PROW 2007–2013 oraz PROW 2014–2020.

Oddział w Krakowie specjalizuje się w zagadnieniach doskonalenia zawodowego doradców rolniczych w zakresie wspierania rozwoju pozarolniczych funkcji obszarów wiejskich.

Oddział w Poznaniu zajmuje się metodyką doradztwa rolniczego, ekonomiką rolnictwa oraz wydaje jedyne czasopismo dla doradców rolniczych – naukowy kwartalnik „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego”.

Oddział w Radomiu koordynuje zagadnienia rolnictwa ekologicznego (prowadzi pokazowe, ekologiczne gospodarstwo rolne w Chwałowicach), ochrony środowiska, systemów produkcji rolnej, w tym integrowanej ochrony roślin oraz przetwórstwa rolnego na poziomie gospodarstwa rolnego w utworzonym w tym celu centrum szkolenia praktycznego.

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

- doradca rolniczy, posiadający uprawnienia do świadczenia usług doradczych na temat wzajemnej zgodności;
- doradca rolnośrodowiskowy, świadczący usługi doradcze w ramach programów rolnośrodowiskowych;
- ekspert przyrodniczy, świadczący usługi doradcze (sporządzający ekspertyzy przyrodnicze) w ramach programów rolnośrodowiskowych;
- doradca leśny.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami – doradca rolniczy, niezależnie od zatrudnienia w publicznym lub prywatnym podmiocie, wpisany na listę, musi mieć wyższe wykształcenie rolnicze lub pokrewne, ukończony kurs specjalizacyjny oraz zdany egzamin. Przepisy nakładają także na doradcę wpisanego na listę obowiązek uczestnictwa w specjalistycznych szkoleniach uzupełniających. Osoba, która nie wywiąże się z tego obowiązku jest skreślana z listy. Wykształcenie kadry doradczej stanowi ogromny potencjał jednostek doradztwa rolniczego.

W nowym okresie programowania, w latach 2014–2020, przy udziale Centrum Doradztwa Rolniczego, wprowadzone zostają dodatkowe specjalizacje, takie jak:

- doradca z zakresu integrowanej ochrony roślin;
- doradca ekologiczny.

Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

Celem działań Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020: „Transfer wiedzy i działalność informacyjna” oraz „Usługi doradcze, usługi z zakresu zarządzania gospodarstwem rolnym i usługi z zakresu zastępstw”, jest zapewnienie dostępu do nowoczesnej wiedzy rolnikom i posiadaczom lasów. Świadczone na ich rzecz doradztwo, a także promocja i upowszechnianie innowacji polega na stymulowaniu współpracy między podmiotami działającymi w rolnictwie, łańcuchu żywnościowym oraz sektorze badań i rozwoju. Wszystkie podmioty doradcze (publiczne i prywatne) zostaną włączone w działania PROW 2014–2020, realizując, jako beneficjenci, projekty w zakresie szkoleń (działanie „Transfer wiedzy i działalność informacyjna”) czy doradztwa (działanie „Usługi doradcze, usługi z zakresu zarządzania gospodarstwem rolnym i usługi z zakresu zastępstw”). Wybór beneficjentów tych działań będzie się odbywał zgodnie z zasadami zamówień publicznych. Realizacja przewidywanych działań z obszaru doradztwa rolniczego w latach 2014–2020 wymaga rozwoju zakresu i poziomu wiedzy pracowników doradztwa rolniczego.

Wymagania dotyczące integrowanej produkcji i ochrony roślin, wynikające z wielu aktów prawnych, określają następujące cele:

- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego;
- wynikających ze stosowania pestycydów;
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów;
- ograniczenie stosowania szkodliwych substancji czynnych przez ich zastąpienie bezpieczniejszymi lub metodami niechemicznymi;
- wspieranie stosowania niskich dawek lub prowadzenia upraw bez chemicznej ochrony;

- wzrost świadomości producentów rolnych i promowanie stosowania integrowanej ochrony roślin, Kodeksów Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

Zgodnie z art. 14 Dyrektywy 2009/128/WE wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia do dnia 1 stycznia 2014 roku ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin.

Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin, stanowi wykonanie zobowiązań wynikających z postanowień dyrektywy, wyżej wymieniony ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71).

KPD tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany.

Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w Krajowym Planie Działania, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w artykule 4 mówi wyraźnie „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5-15”, a w art. 13, „Państwa członkowskie ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. W szczególności zapewniają one, aby użytkownicy profesjonalni mieli do dyspozycji informacje i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych i podejmowania odpowiednich decyzji, jak również usługi doradcze w zakresie integrowanej ochrony roślin”. Zatem, to na państwie polskim ciąży obowiązek stworzenia odpowiednich systemów i zapewnienia rolnikom narzędzi umożliwiających stosowanie integrowanej ochrony roślin, co wiąże się z określonymi nakładami finansowymi.

W Krajowym Planie Działania dużą wagę przykładą się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad. Zwłaszcza metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

Ograniczanie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin jest warunkiem rozwoju rolnictwa zrównoważonego oraz przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego. Wdrażanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, a także ograniczenie zależności ochrony roślin od preparatów chemicznych, zapewni zaspokojenie potrzeb ekonomicznych rolników przy zachowaniu biologicznej

różnorodności zasobów środowiska naturalnego obszarów wiejskich. Wprowadzeniu i realizacji założeń integrowanej ochrony roślin towarzyszy wiele działań i aktów prawnych, których zadaniem jest wspieranie i przyspieszanie tych procesów (Mrówczyński 2013).

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej produkcji i ochrony roślin

Zadaniem służb doradczych jest i nadal będzie nie tylko bieżąca pomoc, ale przede wszystkim doprowadzenie do zmiany mentalności producenta rolnego w jego podejściu do ochrony roślin, otaczającego go środowiska, ochrony własnego zdrowia oraz bezpieczeństwa konsumentów. Działania służb doradczych w integrowanej ochronie roślin polegają między innymi na dokonywaniu szeregu różnych ocen i podjęciu decyzji w celu ochrony plantacji z maksymalną skutecznością przy minimalnym wpływie na środowisko (Dominik i Schonthalier 2012).

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć należą:

- identyfikacja agrofagów: doradcy rolniczy i rolnicy przede wszystkim muszą zidentyfikować szkodnika, chorobę lub chwasty, aby móc właściwie wybrać odpowiedni produkt do ich zwalczania. Dobranie właściwego środka, najlepszego w danej sytuacji, będzie bardziej ekonomiczne, gdyż pozwoli uniknąć nieefektywnych w danym przypadku produktów. Pozwala to na wybór najlepszej, dostępnej opcji ochrony plonów;
- monitorowanie: 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;
- dokonanie oceny i wyboru: gdy populacja agrofaga zbliży się do wyznaczonego progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może się okazać zastosowanie skutecznego pestycydu wywierającego najmniejszy wpływ na środowisko i ludzi. W przypadku szkodników nie można zapomnieć o sprawdzeniu ilości pożytecznych organizmów, np. owadów, których obecność może sugerować, że populacja szkodników zmaleje bez interwencji;
- sygnalizacja: polega na powiadomieniu producenta przez służby doradcze ochrony roślin o pojawieniu się konkretnej choroby, szkodnika, innych agrofagów i konieczności wykonania właściwego zabiegu w określonym terminie.

Uwzględniając priorytety określone w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2018, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie wraz z niektórymi ODR-ami (Kujawsko-Pomorskim, Lubuskim, Pomorskim i Wielkopolskim)

podjęły działania mające na celu utworzenie systemu wspomagania decyzji w zakresie integrowanej ochrony roślin. W trakcie realizacji jest jedno z kluczowych założeń, a mianowicie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju. Gospodarstwa demonstracyjne reprezentują najwyższy poziom produkcji rolniczej. Są one miejscem wdrażania zasad integrowanej produkcji i ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w części tych gospodarstw od 2016 r. prowadzona jest przez doradców obserwacja nasilenia występowania agrofagów w celu uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwala na efektywne prowadzenie sygnalizacji występowania agrofagów.

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w metodach sygnalizacji poprzez wdrażanie systemów wspomagających określenie optymalnego terminu zabiegu (System Wspomagania Decyzji). „Narzędzia” te stanowią element nowoczesnego doradztwa i są wykorzystywane w pracy doradczej (Pruszyński i Wolny 2009).

Aby wyniki monitoringu przyniosły korzyści, wykonanie obserwacji wymaga zaangażowania wielu przygotowanych do tych obowiązków specjalistów, którzy zabezpieczą prawidłowy zbiór i właściwe przekazanie informacji.

W 2007 r. w Instytucie Ochrony Roślin – PIB uruchomiony został internetowy system wspomagający podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed *P. infestans*.

Ośrodki Doradztwa Rolniczego, a mianowicie: Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Lubuski Ośrodek Doradztwa Rolniczego oraz Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego zaangażowały się od 2009 r. do monitoringu plantacji ziemniaków w kierunku obserwacji zagrożenia zarazą ziemniaczaną. Wyniki monitoringu przekazywane są do systemu. Rozwiązanie to umożliwia przetwarzanie wprowadzanych informacji w czasie rzeczywistym i ich prezentację graficzną oraz tabelaryczną na ogólnodostępnej witrynie internetowej: www.ior.poznan.pl. (Wójtowicz i wsp. 2012). Od 2015 r. w Wielkopolskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego prowadzone są obserwacje występowania stonki ziemniaczanej. Budowany obecnie system umożliwia korzystanie z doradztwa on-line z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

Centrum Doradztwa Rolniczego od 2012 roku prowadzi doskonalenie zawodowe doradców w zakresie integrowanej ochrony roślin. W latach 2013–2014, na zlecenie MRiRW, zostały zrealizowane projekty szkoleniowe, w ramach których

przeszkolono łącznie 1483 osób. Projekty obejmowały różne formy doskonalenia doradców, takie jak:

- szkolenia e-learningowe;
- praktyczne zajęcia warsztatowe na plantacjach;
- wyjazdy studyjne do krajów UE.

W trakcie prowadzonych zajęć warsztatowych uwzględniono praktyczne aspekty w zakresie rozpoznawania chorób, szkodników i chwastów na prowadzonych uprawach.

W latach 2012–2013 opracowano publikację dotyczącą integrowanej ochrony roślin, która jest dostępna na stronie www.cdr.gov.pl.

System doradztwa rolniczego powinien budować program wsparcia intelektualnego polskich producentów rolnych.

14. FAZY ROZWOJOWE ZIEMNIAKA

Fazy rozwojowe ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) w skali BBCH

KOD	OPIS ROZWOJU Z BULWY	OPIS ROZWOJU Z NASION
Główna faza rozwojowa 0: Kielkowanie (formowanie pędów)		
00	000 Bulwa w stanie spoczynku, kielki niewidoczne	Nasiona suche
01	001 Początek kielkowania, długość kielków poniżej 1 mm	Początek pęcznienia nasion
02	002 Kielki długości do 2 mm	
03	003 Kielki długości 2-3 mm (koniec okresu spoczynku)	Koniec pęcznienia nasion
05	005 Początek formowania korzeni	Korzeń zarodkowy (kiełek) wyrasta z nasienia
07	007 Początek formowania pędów	Kiełek wyrasta z nasienia
08	008 Wzrost pędu w kierunku powierzchni gleby, rozwój łuskowatych liści, w późniejszych fazach utworzą się stolony	Kiełek wzrasta w kierunku powierzchni gleby
09	009 Pędy przedostają się na powierzchnię gleby	Liścienie przedostają się na powierzchnię gleby
021	029 ¹	
Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści		
10	100 Początek rozwoju pierwszych liści	Liścienie całkowicie rozwinięte
11	101 Rozwinięty pierwszy liść na głównym pędzie (>4 cm)	
12	102 Rozwinięty drugi liść na głównym pędzie (>4 cm)	
13	103 Rozwinięty trzeci liść na głównym pędzie (>4 cm)	

¹ Dla drugiej generacji pędów

1.	10.	Fazy trwają aż do...
		Rozwiniętych 9 lub więcej liści na głównym pędzie (4cm)
19	109	(skala 2-stopniowa) ² Rozwiniętych 9 liści na głównym pędzie (>4 cm)
		(skala 3-stopniowa)
	110	Rozwinięty 10. liść na głównym pędzie
	11.	Fazy trwają aż do...
	119	Rozwinięty 19 liść na głównym pędzie
	121	Rozwinięty pierwszy liść rozgałęzienia drugiego rzędu (>4 cm)
	122	Rozwinięty drugi liść rozgałęzienia drugiego rzędu (>4 cm)
	12.	Fazy trwają aż do...
	131	Rozwinięty pierwszy liść rozgałęzienia trzeciego rzędu (>4 cm)
	132	Rozwinięty drugi liść rozgałęzienia trzeciego rzędu (>4 cm)
	13.	Fazy trwają aż do...
	1NX	Rozwinięty X liść N rozgałęzienia (>4 cm)
Główna faza rozwojowa 2: Rozwój pędów bocznych na głównym pędzie		
21	201	Widoczny pierwszy pęd boczny (>5 cm)
22	202	Widoczny drugi pęd boczny (>5 cm)
23	203	Widoczny trzeci pęd boczny (>5 cm)
2.	20.	Fazy trwają aż do ...
29	209	Widocznych 9 lub więcej pędów bocznych (>5 cm)
Główna faza rozwojowa 3: Wzrost pędów (zakrywanie międzyrzędzi)		
31	301	Początek zakrywania międzyrzędzi, 10% zakrycia powierzchni gleby
32	302	20% zakrycia powierzchni gleby
33	303	30% zakrycia powierzchni gleby
34	304	40% zakrycia powierzchni gleby
35	305	50% zakrycia powierzchni gleby
36	306	60% zakrycia powierzchni gleby
37	307	70% zakrycia powierzchni gleby

² Rozwój pędu zatrzymuje się wówczas, gdy pojawi się na niej kwiatostan. Pędy boczne wyłaniają się z pachwin liściowych wyższych liści głównego pędu

38	308	80% zakrycia powierzchni gleby
39	309	Całkowite zakrycie międzyrzędzi: około 90% zakrycia powierzchni gleby
Główna faza rozwojowa 4: Zawiązywanie bulw		
40	400	Początek zawiązywania bulw, nabrzmienie końców pierwszych stolonów do podwójnej średnicy stolonu
41	401	Bulwy osiągają 10% typowej masy
42	402	Bulwy osiągają 20% typowej masy
43	403	Bulwy osiągają 30% typowej masy
44	404	Bulwy osiągają 40% typowej masy
45	405	Bulwy osiągają 50% typowej masy
46	406	Bulwy osiągają 60% typowej masy
47	407	Bulwy osiągają 70% typowej masy
48	408	Bulwy osiągają końcową masę, pokrycie skórą (korek) nie jest jeszcze całkowite (skórkę można usunąć kciukiem)
49	409	Bulwy całkowicie pokryte skórą, której nie można usunąć kciukiem, w fazie tej jest już 95% bulw
Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu		
51	501	Widoczne pierwsze pojedyncze pąki kwiatowe (1-2 mm) pierwszego kwiatostanu na pędzie głównym
55	505	Pąki kwiatowe pierwszego kwiatostanu osiągają długość 5 mm
59	509	Widoczne pierwsze pąki kwiatowe pierwszego kwiatostanu
	521	Widoczne pojedyncze pąki kwiatowe drugiego kwiatostanu
	525	Pąki kwiatowe drugiego kwiatostanu osiągają długość 5 mm (pęd główny)
	529	Ponad działkami kielicha widoczne płatki pierwszych kwiatów drugiego kwiatostanu
	531	Widoczne pojedyncze pąki trzeciego kwiatostanu (rozgałęzienie trzeciego rzędu)
	535	Rozwój pąków kwiatowych trzeciego kwiatostanu, osiągają długość 5 mm
	539	Ponad działkami kielicha widoczne płatki pierwszych kwiatów trzeciego kwiatostanu

5N. Wyłania się N-ty kwiatostan		
Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie		
60	600	Otwarte pierwsze kwiaty pierwszego kwiatostanu na pędzie głównym
61	601	Początek kwitnienia: otwartych 10% kwiatów pierwszego kwiatostanu
62	602	Otwartych 20% kwiatów pierwszego kwiatostanu
63	603	Otwartych 30% kwiatów pierwszego kwiatostanu
64	604	Otwartych 40% kwiatów pierwszego kwiatostanu
65	605	Pełne kwitnienie: otwartych 50% kwiatów pierwszego kwiatostanu
66	606	Otwartych 60% kwiatów pierwszego kwiatostanu
67	607	Otwartych 70% kwiatów pierwszego kwiatostanu
68	608	Otwartych 80% kwiatów pierwszego kwiatostanu
69	609	Koniec fazy kwitnienia pierwszego kwiatostanu
	621	Początek fazy kwitnienia: otwartych 10% kwiatów drugiego kwiatostanu
	625	Pełnia fazy kwitnienia: otwartych 50% kwiatów drugiego kwiatostanu
	629	Koniec fazy kwitnienia drugiego kwiatostanu
	631	Początek fazy kwitnienia: otwartych 10% kwiatów trzeciego kwiatostanu
	635	Pełnia fazy kwitnienia: otwartych 50% kwiatów trzeciego kwiatostanu
	639	Koniec fazy kwitnienia trzeciego kwiatostanu
	6N.	Kwitnie N-ty kwiatostan
	6N9	Koniec fazy kwitnienia
Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców		
70	700	Widoczne pierwsze jagody
71	701	10% jagód pierwszego owocostanu na pędzie głównym osiągnęło typową wielkość
72	702	20% jagód pierwszego owocostanu osiągnęło typową wielkość
73	703	30% jagód pierwszego owocostanu osiągnęło typową wielkość

7.	70.	Fazy trwają aż do...
	721	10% jagód drugiego owocostanu osiągnęło typową wielkość
	7N.	Rozwój jagód w N-tym owocostanie
	7N9	Prawie wszystkie jagody w N-tym owocostanie osiągnęły typową wielkość lub opadły
Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie owoców i nasion		
81	801	Jagody pierwszego owocostanu nadal zielone na pędzie głównym, nasiona jasno zabarwione
85	805	Jagody pierwszego owocostanu brązowieją
89	809	Jagody pierwszego owocostanu pomarszczone, nasiona typowej barwy
	821	Jagody drugiego owocostanu nadal zielone, nasiona lekko zabarwione
	8N.	Dojrzewanie owoców i nasion w N-tym owocostanie
Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie		
91	901	Początek żółknięcia liści
93	903	Większość liści żółtych
95	905	50% liści brązowieje
97	907	Zamieranie liści i łodyg, łodygi bieleją i schną
99	909	Zebrane bulwy, nasiona, okres spoczynku

15. LITERATURA

- Adamczewski K. 2014. Odporność chwastów na herbicydy. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 276 ss.
- Andrivan D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008. Reducing primary inoculum sources of late blight. ENDURE Potato Case Study - Guide Number 1, 4 ss.
- Baskin C.C., Baskin J.M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany* 75: 286–305.
- Bastiaans L., Paolini R., Baumann D.T. 2008. Focus on ecological weed management: What is hindering adoption? *Weed Research* 48: 481–491.
- Beczner L., Horvath H., Romhanyi I., Foster H. 1984. Studies on the etiology of tuber necrotic ring-spot disease in potato. *Potato Research* 27: 339–352.
- Benoit D.L., Leroux G., Banville S. 2003. Influence of carrot/onion/barley cropping sequence on the weed seed bank and field flora in an organic soil in Quebec, Canada. *Aspect of Applied Biology* 69: 69–75.
- Berliński K. 1968. Kurs afidologii ogólnej. Polska Akademia Nauk, Wrocław–Warszawa–Kraków, 251 ss.
- Bernat E., Osowski J. 2010. Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 256: 153–162.
- Bhat R., Rai R.V., Karim A.A. 2010. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Comprehensive Reviews Food Sciences Safety* 9: 57–81.
- Bobek B., Frąckowiak W., Furtek J., Kopeć K., Wojciuch-Płoskonka M., Ziobrowski M., Ziolkowska E. 2015. Dynamika liczebności i pozyskania dzikich kopytnych w Polsce. s. 51–70. W: „Łowiectwo w Polsce w XXI wieku – realia i oczekiwania” (S. Gorczyca, red.). Polskie Towarzystwo Leśne, Warszawa, 223 ss.
- Boczek J. 1995. Nauka o szkodnikach roślin uprawnych. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 432 ss.
- Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. PWN, Warszawa, 593 ss.
- Bonciarelli U., Onofri A., Benincasa P., Farneselli M., Guiducci M., Pannacci E., Tosti G., Tei F. 2016. Long-term evaluation of productivity, stability and sustainability forcropping systems in Mediterranean rainfed conditions. *European Journal of Agronomy* 77: 146–155.
- Bond W., Grundy A.C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming system. *Weed Research* 41: 383–405.
- Bradbury J.F. 1986. Guide to Plant Pathogenic Bacteria. CAB International, 332 ss.
- Bradshaw J.E. 2007. Potato breeding strategy. s. 157–177. W: “Potato Biology and Biotechnology. Advances and Perspectives” (D. Vreugdenhil, ed.). Elsevier, Amsterdam, 823 ss.
- Brown C.R. 1993. Origin and history of the potato. *American Potato Journal* 70: 363–373.

- Buhler D.D. 1999. Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed populations, and crop yields. *Weed Science* 47: 416–422.
- Bulgari D., Casati P., Faoro F. 2011. Fluorescence in situ hybridization for phytoplasma and endophytic bacteria localization in plant tissues. *Journal of Microbiological Methods* 87: 220–223. DOI: 10.1016/j.mimet.2011.08.001.
- Burbaitė L., Csány S. 2010. Red deer population and harvest changes in Europe. *Acta Zoologica Lituanica* 20 (4): 179–188.
- Buturovic D. 1971. Contribution to the knowledge of stolbur and related diseases (mycoplasmoses) of potato in Bosnia and Herzegovina. *Rev Res Work Sarajev Inst Agric Res* 31–42.
- Çağlar B.K., Elbeaino T., Küsek M., Pehlivan D., Fidan H., Portakaldali M. 2013. Stolbur phytoplasma infections in potato and tomato plants from different locations in Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology* 39 (2): 1–8.
- Cellier G., Prior P. 2010. Deciphering phenotypic diversity of *Ralstonia solanacearum* strains pathogenic to potato. *Phytopathology* 100 (11): 1250–1261.
- Chipo B.V., Dakarai H. 2013. Seaweed aquaculture in South African: A sustainable development example for other coastal countries. *Global Journal of Fisheries and Aquaculture* 1 (1): 11–22.
- Chrzanowska M. 2001. Evaluation of resistance and reaction of potato cultivars and breeders selections to Potato virus Y (PVY) strains. s. 39–42. W: “The methods of evaluation and selection applied in potato research and breeding”. Monografie i rozprawy naukowe IHAR, Radzików.
- Chrzanowska M., Doroszevska T. 1997. Comparison between PVY isolates obtained from potato and tobacco plants grown in Poland. *Phytopathologica Polonica* 13: 63–71.
- Ciepielewska D. 1991. Biedronki (Coleoptera, Coccinellidae) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. *Polskie Pismo Entomologiczne* 61: 129–138.
- Citir A. 1985. Preliminary investigation of potato diseases caused by mycoplasma-like organism (MLO) in Erzurum region. *Journal of Turkish Phytopathology* 14: 53–63.
- Clark A. (ed.). 2007. *Managing Cover Crops Profitably*. 3rd ed. Sustainable Agriculture Research and Education, University of Maryland, 248 ss.
- COBORU. 2017. Lista odmian roślin rolniczych. Słupia Wielka, 225 ss.
- Colquhoun J.B., Konieczka C.M., Rittmeyer R.A. 2009. Ability of potato cultivars to tolerate and suppress weeds. *Weed Technology* 23: 287–291.
- Cousin M.T., Dafalla G., Demazeau E., Theveu E., Grosclaude J. 1989. In situ detection of MLOs for *Solanaceae* stolbur and faba bean phyllody by indirect immunofluorescence. *Journal of Phytopathology* 124: 71–79. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1989.tb04897.x.
- Cousin M.T., Jouy P. 1984. Comparative study of methods using Hoechst reagent and polychromatic staining for the detection of mycoplasma-like organisms in plants. To cite this version: HAL Id: hal-00884643. Comparative study of methods using Hoechst reagent and polychromatic stain. *Agronomie* 4 (4): 341–346.
- Cullen D.W., Lees A.K., Toth I.K., Duncan J.M. 2002. Detection of *Colletotrichum coccodes* from soil and potato tubers by conventional PCR and real-time quantitative PCR. *Plant Pathology* 51: 281–292.

- Dobrzański A. 2013. Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. s. 27–54. W: „Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania”. T. III (R. Hołownicki, M. Kuboń, red.). Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 443 ss.
- Dobrzański A., Adamczewski A. 2013. Niechemiczne metody zwalczania chwastów stan obecny i perspektywy. s. 55–96. W: „Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania”. T. III (R. Hołownicki, M. Kuboń, red.). Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 443 ss.
- Domański L. 2008. Kryteria selekcji na cechy jakościowe w hodowli ziemniaka. *Ziemniak Polski* 4: 22–24.
- Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Poradnik praktyczny – zasady ogólne. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 70 ss.
- du Raan S., Coutinho T.A., van der Waals J.E. 2016. Cardinal temperature differences, determined in vitro, between closely related species and subspecies of pectinolytic bacteria responsible for blackleg and soft rot on potatoes. *European Journal of Plant Pathology* 144 (2): 361–369.
- Ember I., Acs Z., Munyaneza J.E., Crosslin J.M., Kolber M. 2011. Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. *European Journal of Plant Pathology* 130: 367–377. DOI: 10.1007/s10658-011-9759-5.
- EPPO/CABI. 1997. *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. W: “Quarantine Pests for Europe” (I. Smith, I.M. McNamara, D.G. Scott, P.R. Holderness, eds.). Wallingford, CAB International, 1425 ss.
- Erlichowski T. 2006. Skład gatunkowy oraz szkodliwość fitofagicznych larw chrząszczy z rodziny sprężkowatych (Col. Elateridae) w uprawach ziemniaka – zlokalizowanych w okolicach Bonina. [Species composition and noxiousness of phytophagous larvae click beetles (Col., Elateridae) in potato crop located in Bonin regions (near Koszalin)]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (2): 409–412.
- Erlichowski T. 2007. Skład gatunkowy, szkodliwość i zwalczanie drutowców (Coleoptera: Elateridae) w uprawie ziemniaka. Praca doktorska. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka, Bonin, 94 ss.
- Erlichowski T. 2008. Znaczenie gospodarcze oraz czynniki warunkujące rozwój i szkodliwość szkodników glebowych w uprawie ziemniaka. *Więś Jutra* 2: 16–19.
- Erlichowski T. 2009. Nowe metody monitoringu larw i chrząszczy sprężkowatych (Coleoptera: Elateridae) i zwalczanie tych szkodników w uprawach ziemniaka. *Ziemniak Polski* 1: 1–5.
- Erlichowski T. 2010. Zwalczanie szkodników glebowych w uprawie ziemniaka – co nowego? *Ziemniak Polski* 2: 1–4.
- Erlichowski T. 2014. Uszkodzenia mięszu bulw powodowane przez szkodniki glebowe a wartość technologiczna ziemniaków jadalnych i dla przetwórstwa. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 273: 161–170.
- Erlichowski T., Jakubowska M. 2013. Monitoring szkodliwości rolnic (Noctuidae) w uprawach ziemniaka – zmiany zachodzące w ostatnich latach. *Ziemniak Polski* 1: 23–28.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. (eds.). 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, St. Paul, USA, 562 pp.
- Euroblight.net/control-strategies/late-blight-fungicide-table/ [Data dostępu: 31 października 2017]

- Eyre M.D., Critchley C.N.R., Leifert C., Wilcockson S.J. 2011. Crop sequence, crop protection and fertility management effects on weed cover in an organic/conventional farm management trial. *European Journal of Agronomy* 34 (3): 153–162. DOI: 10.1016/j.eja.2011.01.001.
- Flis B. 1995. Inheritance of extreme resistance to potato virus Y in potato. *Potato Research* 38: 199–210.
- Flis B., Hennig J., Strzelczyk-Żyta D., Gebhardt C., Marczewski W. 2005. The *Ry-fsto* gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to Potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122718 in PVY resistant potato cultivars. *Molecular Breeding* 15: 95–101.
- FRAC Code List©2017. Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering).
- Franc G.D. 1999. Persistence and latency of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in field-grown seed potatoes. *Plant Disease* 83 (3): 247–250.
- Gabriel W. 1959. Badania wstępne nad korelacją pomiędzy ilością mszyc a rozprzestrzenianiem się chorób wirusowych ziemniaka. *Roczniki Nauk Rolniczych* 79: 797–821.
- Gabriel W. 1961. Znaczenie niektórych gatunków mszyc w rozprzestrzenianiu chorób wirusowych ziemniaka. *Roczniki Nauk Rolniczych* 83: 463–504.
- Gabriel W. 1989. Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 204 ss.
- Gardan L., Gouy C., Christen R., Samson R. 2003. Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. nov., *Pectobacterium betavascularum* sp. nov. and *Pectobacterium wasabiae* sp. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 53: 381–391.
- Gawińska-Urbanowicz H. 2007. Ocena występowania chorób grzybowych i bakteryjnych ziemniaka w warunkach polowych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 243: 191–197.
- Gawińska-Urbanowicz H. 2015. Monitorowanie populacji grzybów z rodzaju *Alternaria* w uprawie ziemniaka. s. 65–67. W: Materiały z konferencji: „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Dźwirzyno, 13–15 maja 2015.
- Gent D.H., Schwartz H.E. 2003. Validation of potato early blight disease forecast models for Colorado using various sources of meteorological data. *Plant Disease* 87: 78–84.
- Girsova N.V., Bottner-Parker K.D., Bogoutdinov D.Z., Meshkov Y.I., Mozhaeva K.A., Kastalyeva T.B., Lee I.M. 2016. Diverse phytoplasmas associated with potato stolbur and other related potato diseases in Russia. *European Journal of Plant Pathology* 145: 139–153. DOI: 10.1007/s10658-015-0824-3.
- Gołębniak B. 2010. Zasady ochrony roślin przed chorobami. W: „Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii”. (S. Kryczyński, Z. Weber, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 494 ss.
- Graziani F., Onofri A., Pannacci E., Tei F., Guiducci M. 2012. Size and composition of weed seed-bank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. *European Journal of Agronomy* 39: 52–61.
- Griffin T.S., Larkin R.P., Honeycutt C.W. 2009. Delayed tillage and cover crop effects in potato systems. *American Journal of Potato Research* 86: 79–87.

- Gruczek T. 2001. Technologia produkcji ziemniaka jadalnego i dla przetwórstwa spożywczego przy szerokości międzyrzędzi 75 cm. Instrukcja wdrożeniowa. Wyd. IHAR, Oddział w Jadwisinie, 68 ss.
- Gugała M., Zarzecka K. 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydów w zależności od sposobu uprawy roli i pielęgnacji ziemniaka. [Effectiveness of herbicides in dependence on tillage system and weed control methods of potato]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (1): 264–267.
- Gupta O.P. 2004. The nature of weed-crop competition. W: "Modern Weed Management with Special Reference to Agriculture in the Tropics and Subtropics". A text book and manual. Agrobios, India, 310 ss.
- Halarewicz A. 2014. Atlas roślin. Wydawnictwo SBM, 185 ss.
- Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 332 ss.
- Harding R., Wicks T. 2007. What is black dot? Australia Potato Industry, 28–29.
- Hartmann K.M., Nezadal W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. Naturwissenschaften 77: 158–163.
- Hartzler R.G., Buhler D.D. 2007. Ecological management of agricultural weeds. W: "Ecologically based integrated pest management" (O. Koul, G.W. Cuperus, ed.). CABI Publishing, 462 ss.
- Haverkort A.J., Struik P.C., Visser R.G.F., Jacobsen E. 2009. Applied biotechnology to combat late blight in potato caused by *Phytophthora infestans*. Potato Research 52 (3): 249–264.
- Hehl R., Faurie E., Hesselbach J., Salamini F., Whitham S., Baker B., Gebhardt C. 1999. TMV resistance gene N homologues are linked to *Synchytrium endobioticum* resistance in potato. Theoretical and Applied Genetics 98: 379–386.
- Holm A.L. 2002. Early blight. www.ndsu.nodak.edu/instmct/gudmesta/lateblight1/blight1.html
- Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M. 2013. Atlas szkodników i owadów pożytecznych w integrowanej ochronie roślin. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 248 ss.
- Hosseini P., Karimi H., Babaei S., Mashhadi H.R., Oveisi M. 2014. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. Crop Protection 64 (1): 1–6.
- Hurej M., Goos M., Twardowski J. 2003. Porównanie składu gatunkowego mszyc ziemniaczanych na Dolnym Śląsku w ostatnim dwudziestoleciu. s. 49–51. W: Materiały z konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kołobrzeg, 24–25 kwietnia 2003.
- Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. Nowoczesne Rolnictwo 5 (8): 46–47.
- IPPC. 2010. Potato brown rot outbreak. IPPC Official Pest Report, No. GBR-22/1. Rome, Italy: FAO. <https://www.ippc.int/>
- Jabłoński K. 2012. Nowoczesna produkcja ziemniaka w systemie rolnictwa integrowanego. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2: 10–13.
- Jakubowska M., Walczak F. 2005. Dynamika lotów oraz nasilenie występowania rolnic w Polsce na tle warunków meteorologicznych w latach 2003–2004. [Flight dynamics of cutworms correlated with meteorological conditions]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (2): 733–738.

- Jakubowska M., Walczak F. 2008. Wpływ temperatury i wilgotności powietrza na wybrane stadia rozwojowe rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum* Den. et Schiff.) dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego. [Influence of temperature and relative humidity on chosen development stages of *Agrotis segetum* Den. et Schiff for requirements of short-term forecasting]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 859–863.
- Jović J., Ember I., Mitrović M., Cvrković T., Krstić O., Krnjajić S., Acs Z., Kölber M., Toševski I. 2011. Molecular detection of potato stolbur phytoplasma in Serbia. Bulletin of Insectology 64 (supplement): S83–S84. DOI: 10.1007/s10658-011-9759-5.EPPO/CABI.
- Kaczmarek U. 1985. Chwasty jako źródło wirusów ziemniaka. Ziemniak 1985: 69–91.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./de Bary) występująca na lodygach ziemniaka. Monografie i Rozprawy Naukowe 11. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików, 108 ss.
- Kapsa J. 2002. Varietal resistance of potatoes to late blight and chemical protection strategy. Journal of Plant Protection Research 42 (2): 101–107.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. [Changes of late blight (*Phytophthora infestans*) risk and protection scale of potato crops in Poland as compared to European countries]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (1): 129–137.
- Kapsa J. 2009. Effectiveness of some fungicides in control of *Alternaria alternata* and *Alternaria solani*. EPPO-Special Report 13: 127–133.
- Kapsa J. 2011. Problem zwalczania zarazy na plantacjach ziemniaka w Polsce. Ziemniak Polski 3: 23–29.
- Kapsa J. 2012. Ochrona ziemniaka przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi. s. 140–155. W: „Produkcja i rynek ziemniaka”. (J. Chotkowski, red.). Wieś Jutra, Warszawa 340 ss.
- Kapsa J. 2015. Niechemiczne metody ochrony ziemniaka w integrowanej ochronie roślin. Ziemniak Polski 2: 7–16.
- Kapsa J. 2015. Przydatność najnowszych fungicydów w hamowaniu rozwoju sprawców alternariozy. s. 30–32. W: Materiały z konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Dźwirzyno, 13–15 maja 2015.
- Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S. 2014a. Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Część I. Niechemiczne metody ochrony. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego 273: 129–143.
- Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S. 2014b. Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Część II. Metoda zrównoważonej chemicznej ochrony ziemniaka. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego 273: 145–159.
- Kapsa J., Osowski J. 2007. Zastosowanie mieszaniny odmian o zróżnicowanej odporności jako agrotechniczna metoda ochrony ziemniaka przed zarazą ziemniaka. s. 57. W: Streszczenia z konferencji „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”. Zakopane, 29 stycznia–2 lutego, 2007.

- Karnkowski W., Dobosz R., Stadnicka M., Saldat M. 2013. Wystąpienie guzaka północnego *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae) w sadzeniakach na terytorium Polski. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (2): 371–375.
- Karnkowski W., Kaczmarek A., Dobosz R., Wieczorek P., Obrępańska-Stęplowska A. 2012. Wystąpienie mątwika agresywnego *Globodera pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) na terytorium Polski. *Progress in Plant Protection/Postępy Ochrony Roślin* 52 (4): 1087–1092.
- Kochman J., Węgorzek W. (red.). 1978. Ochrona roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 928 ss.
- Kostiw M. 1987. Przenoszenie ważniejszych wirusów ziemniaka przez mszyce. Instytut Ziemniaka, Bonin, 105 ss.
- Kostiw M. 2011. Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka w świetle aktualnych uwarunkowań przyrodniczych i biologicznych. *Ziemniak Polski* 4: 1–5.
- Kostiw M. 2013. Nasiennictwo ziemniaka w Polsce: uwarunkowania przyrodnicze, odmianowe i rynkowe. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego* 268: 129–142.
- Kostiw M., Robak B. 2008. Skład gatunkowy, termin migracji i dynamika liczebności mszyc „nieziemniaczanych” w uprawie ziemniaka w różnych rejonach kraju. [Species composition, migration period and dynamics of number of non potato colonizing aphids in different regions of Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 881–887.
- Kostiw M., Robak B. 2009. Występowanie mszyc *Myzus persicae* (Sulz.) i *Aphis nasturtii* (Kalt.) w uprawach ziemniaka w różnych rejonach kraju. [The occurrence of aphids *Myzus persicae* (Sulz.) and *Aphis nasturtii* Kalt. in potato crop in different region of Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49(3): 1187–1191.
- Kostiw M., Robak B. 2010. Presja wirusów Y, M, S i liściozwoju ziemniaka w latach 2006–2008 w Boninie. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 256: 141–151.
- Kostiw M., Robak B. 2012. Dynamika liczebności mszyc, wektorów wirusów, w latach 2010–2012 i zagrożenie plantacji nasiennych ziemniaka przez wirusy Y i liściozwoju w 2012 r. *Ziemniak Polski* 4: 18–23.
- Kostiw M., Robak B. 2013. Presja mszyc w 2013 roku i zagrożenie plantacji nasiennych ziemniaka wirusami Y i liściozwoju. *Ziemniak Polski* 4: 8–13.
- Kotoujansky A. 1987. Molecular genetics of pathogenesis by soft-rot erwinias. *Annual Reviews of Phytopathology* 25: 405–430.
- Kowalska-Noordam A. 1989. Charakterystyka wirusów ziemniaka. s. 30–51. W: „Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka” (W. Gabriel, red.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 204 ss.
- Kozłowski J., Kozłowski R.J. 2003. Zagrożenie rzepaku ozimego przez ślimaki (Gastropoda: Pulmonata) i metody ich zwalczania. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 24 (2): 659–669.
- Kraska P., Pałys E. 2002. Wpływ systemu uprawy roli oraz nawożenia i ochrony roślin na zachwaszczenie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E* 57: 27–39.

- Kryczyński S., Brudzińska E. 1986. Influence of potato viruses X and Y on the yield of three tomato cultivars grown in the open. *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW–AR, Horticulture* 13: 53–59.
- Lin N.S., Hsu Y.H., Hsu H.T. 1990. Immunological detection of plant viruses and a mycoplasma-like organism by direct tissue blotting on nitrocellulose membranes. *Phytopathology* 80 (9): 824–828. DOI: 10.1094/Phyto-80-824.
- Lipa J.J. 1992. Integrated pest-management approaches in orchard, cereal and potato protection in Poland. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 22: 537–543.
- Lipa J.J. 1998. Ważna książka o zarazie ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary i chorobach innych roślin powodowanych przez gatunki grzybów z rodzaju *Phytophthora* spp.). *Ochrona Roślin* 12: 17.
- Lipa J.J. 1999. Problemy ochrony ziemniaka w Europie (Konferencja Europejskiej Organizacji Ochrony Roślin, Czerniowce, Ukraina, 7–10 lipca 1998 r.). *Postępy Nauk Rolniczych* 2: 151–154.
- Łojkowska E., Potrykus M., Śledź W., Czajkowski R., Motyka A., Żołędowska S. 2013. Czarna różka i mokra zgnilizna ziemniaka: Zagrożenia, profilaktyka oraz metoda identyfikacji. Ulotka wydana przez Zakład Ochrony i Biotechnologii Roślin MWB UG i GUMed, www.ihar.edu.pl/download.php?id=1241
- Ma B., Hibbing M.E., Kim H.S., Reedy R.M., Yedidia I., Breuer J., Breuer J., Glasner J.D., Perna N.T., Kelman A., Charkowski A.O. 2007. Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya*. *Phytopathology* 97 (9): 1150–1163. <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO-97-9-1150>.
- Maćkowiak-Sochacka A., Krawczyk K. 2010. Bakteriobójcza aktywność wybranych preparatów dezynfekcyjnych na różnych powierzchniach skażonych bakteriami *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*. [Bactericidal effect of selected disinfectants on various surfaces contaminated with *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*]. *Progress in Plant Protection/Postępy w ochronie Roślin* 50 (4): 1806–1811.
- Marchoux G., Giannotti J., Laterrot H. 1970. The stolbur P, une nouvelle maladie de type jaunisse chez la tomate; symptomes et examen cytologique des tissus au microscope electronique. *Annales de Phytopathologie* 1 (4): 633–640.
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within the crop fields. *Weed Research* 43: 77–89.
- Mederska M., Mederski P. 2015. Atlas dzikich kwiatów. Wydawnictwo SBN, 191 ss.
- Michalak K. 2012. Odmiany ziemniaka zarejestrowane w latach 2007–2010, ich odporność na wirusy Y, X i wirus liściozwoju ziemniaka. s. 82–84. W: Streszczenia z konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Darłówko, 24–25 maja 2012.
- Mikiński A., Sobiczewski P., Berczyński S. 2010. Nowe możliwości biologicznej i chemicznej ochrony roślin przed zarazą ogniową (*Erwinia amylovora*). [New possibilities of biological and chemical control of fire blight (*Erwinia amylovora*)]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (3): 1347–1351.
- Milczarek D., Flis B., Przetakiewicz A. 2011. Suitability of molecular markers for selection of potato resistant to *Globodera* spp. *American Journal of Potato Research* 88: 245–255.

- Mrówczyński M., Sobkowiak M. 1999. Zwalczanie drutowców w roślinach rolniczych. Ochrona Roślin 1: 4–7.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2004. Nowe zagrożenie upraw rolniczych przez szkodniki. [New endangerment of agricultural crops by pests in Poland]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (1): 248–253.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2006. Zagrożenie upraw rolniczych przez szkodniki glebowe. [New endangerment of agricultural crops by soil pests]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 300–304.
- Mwaura P., Niere B., Vidal S. 2014. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Annals of Applied Biology 166: 257–270.
- Napiórkowska-Kowalik J. 1973. O występowaniu rolnic (Lepidoptera, Noctuidae, Agrotinae) na ziemniakach. Polskie Pismo Entomologiczne 43: 631–634.
- Neklyudova E.T., Dikit S.P. 1973. Tarnished plant bugs as vectors of stolbur of *Solanaceae*. Trudy po Prikladnoi Botanike, Genetike i Seleksii 50: 36–39.
- Nelson D.C., Thoreson M.C. 1981. Competition between potatoes (*Solanum tuberosum*) and weeds. Weed Science 29 (6): 672–677.
- Nelson G.A. 1984. Survival of *Corynebacterium sepedonicum* in potato stems and on surfaces held at freezing and above-freezing temperatures. American Potato Journal 62 (1): 23–28.
- Nespiak A., Opyrchalowa J. 1979. Choroby i szkodniki roślin rolniczych. PWRiL, Warszawa, 224 ss.
- Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. s. 197–198. W: Streszczenia z 55. Sesji Naukowej IOR – PIB, Poznań.
- Nowacki W. 2009. Stan aktualny i perspektywy produkcji ziemniaka w Polsce do 2020 roku. Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego 14: 71–94.
- Nowacki W. 2012. O kierunkach zmian w uprawie ziemniaków w Polsce. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 266: 21–35.
- Nowacki W. 2014. Metodyka integrowanej produkcji ziemniaków. Integrowana produkcja, urzędowo kontrolowana. PIORIN, Warszawa, 79 ss.
- Nowacki W. (red.). 2016. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian ziemniaka. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie, s. 28–29.
- Nowacki W. (red.). 2017. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian ziemniaka. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Jadwisinie, 40 ss.
- OEPP/EPPO. 1978. Data sheets on quarantine organisms No. 100, Potato stolbur MLO. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 8 (2).
- OEPP/EPPO. 1990. Specific quarantine requirements. EPPO Technical Documents No. 1008.
- OEPP/EPPO. 2006. *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Diagnostic protocols for regulated pests. OEPP/EPPO Bulletin 36: 99–109.

- OEPP/EPPO. 2006. Disinfection procedures in potato production. OEPP/EPPO Bulletin 36: 463–466.
- OEPP/EPPO. 2011. *Ralstonia solanacearum*. OEPP/EPPO Bulletin 41: 389–393.
- Osowski J. 1999. Nasilenie występowania alternariozy (*Alternaria* spp.) na terenie kraju w latach 1996–1997. s. 71–76. W: Streszczenia z konferencji naukowej „Ochrona Ziemniaka”. Kołobrzeg, 23–24 marca 1999. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Bninie.
- Osowski J. 2000. Możliwości zwalczania alternariozy *Alternaria* spp. w badaniach laboratoryjnych i polowych. s. 37–41. W: Streszczenia z konferencji naukowej „Ochrona Ziemniaka”. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kołobrzeg 4–5 kwietnia, 98 ss.
- Osowski J., Kapsa J. 2013. Ograniczanie sprawców chorób. s. 26–43. W: „Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla producentów” (A. Wójtowicz, M. Mrówczyński, red.). IOR – PIB, Poznań, 68 ss.
- Pannacci E., Lattanzi B., Tei F. 2017. Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. Crop Protection 96: 44–58.
- Pawińska M. 2016. Monitoring szkodliwych owadów na plantacjach ziemniaka na potrzeby ochrony roślin. www.ihar.edu.pl/download.php?id=982 [Data dostępu: 28 września 2017].
- Pérombelon M.C.M., Lumb V.M., Zutra D., Hyman L.J., Burnett E.M. 1989. Factors affecting potato blackleg development. s. 421–431. W: “Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on the Interaction of Genetic and Environmental Factors in the Development of Vascular Wilt Diseases of Plants’ 1988, Cape Sounion, Greece” (E.C. Tjamos, C.H. Beckman, eds.). Springer-Verlag, Berlin.
- Pietkiewicz J. 1981. Występowanie i szkodliwość chorób grzybowych i bakteryjnych ziemniaka w latach 1976–1979. Biuletyn Instytutu Ziemniaka 26: 103–126.
- PIORIN. 2015. *Ralstonia solanacearum*. <https://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/organizmy-szkodliwe/ralstonia-solanacearum,1.html> [Data dostępu: 14 listopada 2017]
- Pitman A.R., Wright P.J., Galbraith M.D., Harrow S.A. 2008. Biochemical and genetic diversity of pectolytic enterobacteria causing soft rot disease of potatoes in New Zealand. Australasian Plant Pathology 37: 559–568.
- Plich J., Tatarowska B., Lebecka R., Śliwka J., Zimnoch-Guzowska E., Flis B. 2015. R2-like gene contributes to resistance to *Phytophthora infestans* in Polish potato cultivar Bzura. American Journal of Potato Research 92 (3): 350–358.
- Pons T.L. 1991. Induction of dark dormancy in seeds: its importance for the seed bank in the soil. Functional Ecology 5: 669–675.
- Pospieszny H., Borodyno N., Hasiów-Jaroszewska B. 2009. Genetic diversity of Potato virus Y (PVY) from tomato in Poland. In: Abstracts book of the 3rd Congress of European Microbiologists, Gothenburg, Sweden, June 28–July 2009, 406 ss.
- Pruszyński S. (red.). 2016. Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 148 ss.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 56 ss.

- Pruszyński S., Lipa J.J. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin* 12 (2): 99–116.
- Pruszyński S., Wolny S. 2009. *Dobra Praktyka Ochrony Roślin*. Instytut Ochrony Roślin, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, 56 ss.
- Przybylski A. 2017. Las bez płotów, czyli biologiczne zarządzanie populacjami jeleniowatych w lesie wielofunkcyjnym. s. 16–23. W: „Zwierzęta dziko żyjące w środowisku ukształtowanym przez człowieka”. Materiały z seminarium zorganizowanego przez Stowarzyszenie na Rzecz Wspierania Bioróżnorodności MATECZNIK oraz Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Szczecinku w dniu 15 grudnia 2016 r. (J. Stanisławski red.). Wydawnictwo Grandem.
- Radonjić S., Hrnčić S., Jović J., Cvrković T., Krstić O., Krnjajić S., Toševski I. 2009. Occurrence and distribution of grapevine yellows caused by stolbur phytoplasma in Montenegro. *Journal of Phytopathology* 157: 682–685. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2009.01560.x.
- Reckhaus P., Reckhaus S., Adamou I. 1988. Stolbur disease of tomato plants in Niger. *Plant Disease* 72: 268.
- Riemens M.M., Scheepens P.C., Van der Weide R.Y. 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on the influence of light. *Plant Research International* 302: 25.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r. poz. 625).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2014 r. poz. 516).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie zapobiegania wprowadzaniu i rozprzestrzenianiu się organizmów kwarantannowych (Dz. U. z 2015 r. poz. 1227 ze zm.).
- Różyło K., Pałys E. 2008. Korelacje pomiędzy zachwaszczeniem łąnu a plonem bulw ziemniaka i jego struktur w zależności od systemów nawożenia oraz kategorii agronomicznej gleby. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 7 (2): 125–132.
- Savulescu A., Pop I. 1956. Contribution to the study of Stolbur in Romania. *Buletinul Stiintific Secția de Biologie și Stiinte Agricole* 8: 723–737.
- Sądej W. 2008. Ocena zespołu sprężykowatych (Elateridae) na stanowisku po zlikwidowanym sadzie. [Evaluation of a population of click beetles Elateridae on a site formerly occupied by an orchard]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 952–955.
- Schollenberger M. 2010a. Biologiczna metoda ochrony roślin. s. 507–512. W: „Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii”. (S. Kryczyński, Z. Weber, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.
- Schollenberger M. 2010b. Nieinfekcyjne czynniki chorobotwórcze. s. 66–74. W: „Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii”. (S. Kryczyński, Z. Weber, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.

- Secor G.A., De Buhr L., Gudmestad N.C. 1988. Susceptibility of *Corynebacterium sepedonicum* to disinfectants in vitro. *Plant Disease* 72 (7): 585–588.
- Sieczka M. 2001. Selection of the first year seedlings resistant to PVY, PVX and PVM using gun-spray inoculation. W: "The methods of evaluation and selection applied in potato research and breeding". Monografie i Rozprawy Naukowe 10a/2001: 50–52.
- Simko I., Jansky S., Stephenson S., Spooner D. 2008. Genetics of resistance to pests and disease. s. 117–156. W: "Potato Biology and Biotechnology. Advances and Perspectives" (Dick Vreugdenhil, ed.). Elsevier, Amsterdam, 823 ss.
- Skrzypczak G., Blecharczyk A., Swędryński A. 2000. Podręczny atlas chwastów. Wydawnictwo Multum, 213 ss.
- Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. *Ochrona Roślin* 7: 6–7.
- Stefan K. 1980. Zagadnienie odporności ziemniaków na porażenie przez *Ditylenchus destructor*. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 232: 55–60.
- Stefan K. 1995. Niszczyc ziemniaczak (*Ditylenchus destructor* Thorne). Instytut Ziemniaka, Bonin, 26 ss.
- Stevenson W.R., Loria R., Franc G.D., Weingartner D.P. (eds.). 2001. Compendium of Potato Diseases. 2nd ed. APS Press, St. Paul, USA, 106 pp.
- Sudnik-Wojcikowska B. 2011. Rośliny synantropijne. Wydawnictwo Multico, 336 ss.
- Sztangret-Wisniewska J. 2007. Hodowla odpornościowa ziemniaka na mątwiki *Globodera rostochiensis* Woll. i *Globodera pallida* Stone – przegląd literatury. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 243: 179–190.
- Szulc K. 2015. Preparaty do zwalczania stonki ziemniaczanej. *Farmer* 7.
- Szyszek J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. *Sylvan* 12: 45–57.
- Śliwka J. 2008. Geny odporności na *Phytophthora infestans* z *Solanum bulbocastanum* w hodowli ziemniaka. *Ziemniak Polski* 3: 12–15.
- Śliwka J. 2013. W Europie szerzą się nowe genotypy *Phytophthora infestans*, organizmu powodującego zarazę ziemniaka. *Ziemniak Polski* 2: 7–10.
- Śliwka J., Świątek M., Tomczyńska I., Stefańczyk E., Chmielarz M., Zimnoch-Guzowska E. 2013. Influence of genetic background and plant age on expression of the potato late blight resistance gene *Rpi-phu1* during incompatible interactions with *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 62 (5): 1072–1080.
- Świeżyński K.M., Zimnoch-Guzowska E. 1996. Development of parental lines for Polish potato breeding. *Journal of Applied Genetics* 37 A: 15–23.
- Thresh J.M. 1981. The role of weeds and wild plants in epidemiology of plant virus diseases. s. 53–70. W: "Pests, Pathogens and Vegetation" (J.M. Thresh, ed.). Pitman, London, 640 ss.
- Tomalak M., Lipa J.J., Krawczyk R., Korbas M. 2004. Uwarunkowania stosowania środków ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym – materiały dla doradców. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Radom, 111 ss.

- Tomczyńska I., Stefańczyk E., Chmielarz M., Karasiewicz B., Kamiński P., Jones J.D.G., Lees A.K., Śliwka J. 2014. A locus conferring effective late blight resistance in potato cultivar Sárpo Mira maps to chromosome XI. *Theoretical and Applied Genetics* 127: 647–657.
- Toth I.K., van der Wolf J.M., Saddler G.S., Łojkowska E., Hélias V., Pirhonen M., Tsrör L., Elphinstone J.G. 2011. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathology* 60 (3): 385–399.
- Treder K. 2015. Metody wykrywania obecności wirusów ziemniaka. *Ziemniak Polski* 4: 18–23.
- Tyburski J., Kowalska J. 2012. Ekologiczne metody uprawy ziemniaka. s. 275–286. W: „Produkcja i rynek ziemniaka” (J. Chotkowski, red.). Wieś Jutra, 343 ss.
- Upadhyaya M., Blackshaw R.E. 2007. *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*. CABI, 239 ss.
- Urbanowicz J. 2006. Reakcja nowych odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny. [Response of new potato varieties to metribuzin applied post emergence]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (2): 305–308.
- Urbanowicz J. 2012. Sposoby pielęgnowania plantacji ziemniaków na różne kierunki użytkowania. *Ziemniak Polski* 2: 20–25; 20–25.
- Urbanowicz J. 2013. Herbicydy zarejestrowane do stosowania na plantacjach ziemniaka. *Ziemniak Polski* 2: 20–25; 34–39.
- Urbanowicz J. 2017. Fitotoksyczna reakcja odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny. *Ziemniak Polski* 2: 42–47.
- Urbanowicz J., Pawińska M. 2000. Zmiany w dynamice występowania chwastów w uprawie ziemniaka oraz w zakresie ich zwalczania. s. 20–26. W: *Materiały z konferencji „Ochrona ziemniaka”*. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie. Kołobrzeg, 4–5 kwietnia 2000 r.
- Ustawa z dnia 8 marca 2013 roku o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 50 ze zm.).
- Ustawa z dnia 22 października 2004 r. o jednostkach doradztwa rolniczego (Dz. U. poz. 474).
- Vaerenbergh J. Van, Paepé B.D., Hoedekie A., Malderghem C. Van, Zaluga J., Vos P. De, Maes M. 2016. Natural infection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in tomato (*Solanum tuberosum*). *New Disease Reports* 33: 7. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2016.033.007>.
- Valenta V., Musil M., Mišiga S. 1961. Investigations on european Yellows-type Viruses I. The stolbur virus. *Journal of Phytopathology* 42: 1–38. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1961.tb01948.x.
- Valkonen J.P.T. 2007. Viruses: economical losses and biotechnological potential. s. 619–641. W: “Potato Biology and Biotechnology. Advances and Perspectives” (Dick Vreugdenhil, ed.). Elsevier, Amsterdam, 823 ss.
- Vangessel M.J., Renner K.A. 1990. Effect of soil type, hilling time and weed interference on potato development and yield. *Weed Technology*: 299–305.
- Walczak F., Jakubowska M. 2001. Wzrost szkodliwości rolnic (Agrotinae) w Polsce. [Increase of harmfulness of cutworm (Agrotinae) in Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 41 (2): 386–390.
- Walczak F., Jakubowska M., Banaszak H. 2004. Rolnice – gospodarczo ważne szkodniki roślin uprawnych w Polsce. [Cutworms (Noctuidae) – major important pests of cultivated plants in Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (1): 486–495.

- Wei W., Davis R.E., Lee I.M., Zhao Y. 2007. Computer-simulated RFLP analysis of 16S rRNA genes: identification of ten new phytoplasma groups. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57: 1855–1867. DOI: 10.1099/ijs.0.65000-0.
- Węgorzek P. 2007. Historia odporności owadów na insektycydy na przykładzie stonki ziemniaczanej. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 68 ss.
- Węgorzek P., Zamojska J., Dworżańska D., Korbas M., Danielewicz J., Buchowska-Ruszkowska M., Kierzek R., Matysiak K., Piszczek J., Olejarski P. 2015. Strategia przeciwdziałania odporności słodyszka rzepakowego i stonki ziemniaczanej na insektycydy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 12 ss.
- Wharton P., Kirk W., Berry D., Snapp S. 2009. Rhizoctonia stem lance and black scurf of potato. <http://www.potatodiseases.org/rhizoctonia.html>.
- Wilski A. 1971. Doświadczenia wazonowe nad wpływem porażenia ziemniaków przez mątwikę północnego (*Meloidogyne hapla*) na plon bulw. *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin* 13 (1): 191–194.
- Wisłocka M., Kostiń M. 1978. Występowanie mszyc na plantacjach ziemniaka w 7 miejscowościach Polski w latach 1968–1975. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 208: 147–158.
- Wnuk A. 1999. *Entomologia dla rolników. Część 2. Szczegółowa*. Wyd. / 2. poprawione. Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie, Kraków, 267 ss.
- Woźnica Z. 2012. *Herbologia. Podstawy biologii ekologii i zwalczania chwastów*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 438 ss.
- Wójtowicz A. 1999. Computer based system for collecting information concerning pest and disease appearance. s. 107–108. W: International Conference “The role and of pests and diseases registration and forecasting at present and future plant protection with regard to international cooperation”. Poznań, 8–10 listopada 1999.
- Wójtowicz A. 2003. Efficacy of NegFry Decision Support System in control of late blight in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 43 (3): 275–280.
- Wójtowicz A., Krasieński T., Czaczek Z. 2012. Zastosowanie internetu do wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* nr 1.
- Wójtowicz A., Mrówczyński M. (red.). 2013. *Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla producentów*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 70 ss.
- Wójtowicz A., Mrówczyński M. (red.). 2016. *Poradnik sygnalizatora ochrony ziemniaka*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 216 ss.
- Wróbel S., Robak B. 2015. Presja mszyc w Polsce w roku 2015. *Ziemniak Polski* 4: 12–17.
- Wróbel S., Wąsik A. 2013. Seed potato production in Poland. *American Journal of Potato Research* 91 (3): 260–268. DOI: 10.1007/s12230-013-9346-8.
- Wróbel S., Wąsik A. 2016. Rola i znaczenie wirusa S (PVS) w nasiennictwie ziemniaka w Polsce. s. 25–27. W: Streszczenia z 49. Konferencji Naukowo-Szkoleniowej „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Dźwirzyno, 11–13 maja 2016.
- Wünsch A., Munzert M. 1994. Effect of storage and cultivar on the distribution of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Research* 37: 3–10.

- Zagórska K., Czerko Z., Grudzińska M. 2006. Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (46/supplement): 229–234.
- Zamojska J. 2003. Plant parasitic nematodes associated with poor growth of potato in the Wielkopolska region in Poland. *Journal of Plant Protection Results* 43 (1): 51–56.
- Zarzecka K. 2000. Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia. *Fragmenta Agronomica* 2 (66): 120–134.
- Zarzecka K. 2004. Ocena różnych sposobów odchwaszczania ziemniaka. Cz. II. Zależności pomiędzy zachwaszczeniem a plonowaniem. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 3 (2): 195–202.
- Zarzecka K., Baranowska A., Gugala M. 2009. The influence of soil tillage systems and weed control methods on weed infestation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Agrobotanica* 62 (2): 231–240.
- Zarzycka H. 2001a. Evaluation of resistance to *Phytophthora infestans* in detached leaflet assay. Preparation of inoculum. s. 75–77. W: "The methods of evaluation and selection applied in potato research and breeding". IHAR, Monografie i Rozprawy Naukowe 10a/2001.
- Zarzycka H. 2001b. Assessment of resistance to *Phytophthora infestans* in tuber slices and in whole tubers. s. 78–80. W: "The methods of evaluation and selection applied in potato research and breeding". IHAR, Monografie i Rozprawy Naukowe 10a/2001.
- Zimmerman-Gries S. 1970. Stolbur – a new potato disease in Israel. *Potato Research* 13: 146–150.
- Zimnoch-Guzowska E. 2017a. Wdrożenie postępu hodowlanego ziemniaka wyniknie z rozwiązania problemów nasiennictwa. s. 17–18. W: Streszczenia z IX Konferencji Naukowej „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Zakopane, 2–6 lutego 2017.
- Zimnoch-Guzowska E. 2017b. Znaczenie krajowej hodowli i nasiennictwa ziemniaka dla rozwoju sektora produkcji ziemniaka. s. 10–13. W: Materiały z 50. Konferencji Naukowo-Szkoleniowej „Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka”. Dźwirzyno, 7–9 czerwca 2017.
- Zimnoch-Guzowska E., Marczewski W., Lebecka R., Flis B., Schafer-Pregl R., Salamini F., Gebhardt C. 2000. QTL analysis of new sources of resistance to *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* in potato done by AFLP, RLFP and resistance-gene-like markers. *Crop Science* 40 (4): 1156–1167.
- Zimnoch-Guzowska E., Yin Z., Chrzanowska M., Flis B. 2013. Sources and effectiveness of potato PVY resistance in IHAR's breeding research. *American Journal of Potato Research* 90: 21–27.
- Złotkowski J., Bandyk A. 2013. Zmiany w dynamice migracji mszyc żyjących na ziemniakach w Wielkopolsce na podstawie odłowów aspiratorem Johnsona w Winnej Górze w latach 2002–2012. [Changes in the dynamics of migration aphids occurring on potato in Wielkopolska based on catches of Johnsons suction trap in Winna Góra in 2002–2012]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (2): 257–261.

Strony internetowe

http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2017-final.pdf?sfvrsn=fab94a9a_2
<https://bip.minrol.gov.pl/Informacje-Branzowe/Produkcja-Roslinna/Ochrona-Roslin>
<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/rejestr-przedsiębiorców/>
<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/wymagania-dla-ziemniaków/przemieszczanie-ziemniaków,3.html>
http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2017-final.pdf?sfvrsn=fab94a9a_2
<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/rejestr-przedsiębiorców/>
https://www.ior.poznan.pl/baza/zalecenia_ochrony_roslin.html
<http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe>
<http://www.ior.poznan.pl>
<http://www.iung.pulawy.pl>,
<http://www.ihar.edu.pl>,
<http://www.imgw.pl>,
<http://www.minrol.gov.pl>,
<http://www.cdr.gov.pl>,
<http://www.piorin.gov.pl>
<http://www.minrol.gov.pl>).
<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/rejestr-przedsiębiorców/>.
<http://piorin.gov.pl/zdrowie-roslin/wymagania-dla-ziemniaków/przemieszczanie-ziemniaków,3.html>.
<http://www.euroseeds.eu>
<http://www.coboru.pl/DR/PublWynikowPDO>
(https://www.ior.poznan.pl/baza/zalecenia_ochrony_roslin.html
<http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin>).
<http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight1/blight1.html>

ISBN 978-83-64655-32-6