



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego dla doradców



Program Wieloletni Instytutu Ochrony Roślin – PIB 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 buraka cukrowego i pastewnego dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. hab. Jacka Piszczka, prof. nadzw. IOR – PIB,
dr. inż. Przemysław Strażyńskiego
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 2018

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
tel. 61 864 90 27, email: upowszechnianie@iorpib.poznan.pl, www.ior.poznan.pl

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. hab. Jacka Piszczka, prof. nadzw. IOR – PIB, dr. inż. Przemysław Strażyńskiego
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

prof. dr hab. Franciszek Borówcza⁹

Autorzy opracowania:

dr hab. Jacek Piszczek, prof. nadzw. IOR – PIB¹

dr Dariusz Górski¹

mgr Agnieszka Ulatowska¹

dr Wojciech Miziniak¹

mgr inż. Piotr Ledóchowski, KSC S.A.²

dr hab. Ewa Moliszewska, prof. UO³

dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR – PIB⁴

dr Jerzy Siódmiak⁵

prof. dr hab. Marek Mrówczyński⁶

dr inż. Przemysław Strażyński⁶

dr hab. Kinga Matysiak, prof. nadzw. IOR – PIB⁶

dr Grzegorz Gorzała⁷

mgr Andrzej Obst⁸

¹Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu

²Krajowa Spółka Cukrowa S.A., Toruń

³Uniwersytet Opolski

⁴Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, O/Bydgoszcz

⁵Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

⁶Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

⁷Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

⁸Wojewódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu

⁹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Autorzy zdjęć:

Piotr Ledóchowski, Mirosław Nowakowski, Jacek Piszczek, Agnieszka Ulatowska

Korekta redakcyjna:

dr Małgorzata Maćkowiak

ISBN 978-83-64655-44-9

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki nie może być reprodukowana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody autorów.

Nakład: 150 egz. Ark. wyd.: 9,08

Skład i łamanie: Wojciech Szybisty

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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
2. STANOWISKO W ZMIANOWANIU, DOBÓR GLEBY, UPRAWA ROLI I SIEW	9
2.1. Stanowisko w zmianowaniu	9
2.2. Dobór stanowiska	14
2.3. Uprawa roli	14
2.3.1. Tradycyjna uprawa roli	16
2.3.2. Uprawa z siewem w mulcz	19
2.4. Siew	25
3. ZRÓWNOWAŻONY SYSTEM NAWOŻENIA BURAKA	29
3.1. Cele nawożenia	29
3.2. Badanie zasobności gleby w składniki pokarmowe	29
3.3. Regulacja odczynu gleby	30
3.3.1. Potrzeby wapnowania	31
3.3.2. Efekty wapnowania	32
3.3.3. Wapnowanie w aspekcie nawożenia magnezem	33
3.4. Nawożenie mineralne	33
3.4.1. Zalecenia ogólne	33
3.4.2. Strategia nawożenia azotem	35
3.4.3. Strategia nawożenia fosforem i potasem	35
3.4.4. Wyznaczanie dawki fosforu i potasu	36
3.4.5. Termin nawożenia fosforem i potasem	37
3.5. Nawozy naturalne i organiczne	37
3.5.1. Dopuszczalne dawki nawozów naturalnych oraz terminy nawożenia	37
3.5.2. Wartość nawozowa nawozów naturalnych	38
3.5.3. Wartość nawozowa słomy	39
3.6. Dokarmianie dolistne	40
3.7. Skutki niezrównoważonego nawożenia	41
3.7.1. Przenawożenie azotem	41
3.7.2. Niedobór fosforu	41
3.7.3. Niedobór potasu	42
3.7.4. Niedobór boru	43
4. DOBÓR ODMIAN	46

5. PRZECIWDZIAŁANIE SKUTKOM SUSZY.....	49
5.1. Dobór sytemu uprawy	49
5.2. Odczyn i struktura gleby.....	50
5.3. Nawożenie organiczne.....	50
5.4. Nawożenie mineralne.....	51
5.5. Dokarmianie dolistne.....	51
5.6. Ochrona roślin.....	51
5.7. Deszczowanie	52
6. INTEGROWANA METODA OGRANICZENIA ZACHWASZCZENIA....	53
6.1. Specyfika ochrony buraka cukrowego przed zachwaszczeniem.....	53
6.2. Progi szkodliwości	53
6.3. Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia	54
6.3.1. Działania profilaktyczne.....	54
6.3.2. Znaczenie płodozmianu	55
6.3.3. Uprawa roślin o właściwościach allelopatycznych.....	55
6.3.4. Zabiegi agrotechniczne.....	55
6.3.5. Zwalczenie mechaniczne	56
6.4. Chemiczne metody ochrony	56
6.5. System zwalczania chwastów.....	58
6.6. Przegląd substancji czynnych stosowanych w buraku cukrowym.....	59
6.7. Charakterystyka herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego.....	61
6.7.1. Herbicydy nieselektywne.....	61
6.7.2. Herbicydy selektywne.....	62
6.7.3. Graminicydy	65
6.7.4. Wrażliwość chwastów na herbicydy.....	66
6.8. Dobór substancji czynnych	71
6.9. Zwalczenie chwastów jednoliściennych.....	72
6.10. Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami	72
6.11. Zwalczenie chwastów za pomocą mikrodawek.....	72
6.12. Integracja metod zwalczania	73
6.13. Zachwaszczenie wtórne.....	73
6.14. Metody ograniczenia zjawiska odporności chwastów na herbicydy...	74
6.15. Burakochwasty	75
6.15.1. Cechy burakochwastów	75
6.15.2. Szkodliwość i zwalczanie burakochwastów	75
7. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB BURAKA	77
7.1. Wprowadzenie.....	77
7.2. Metody ograniczania porażenia roślin przez grzyby.....	92

7.2.1. Metoda agrotechniczna	92
7.2.2. Metoda hodowlana	95
7.2.3. Metoda chemiczna	95
7.2.4. Zjawisko uodparniania się grzybów na stosowane substancje czynne.....	98
8. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SZKODNIKÓW	100
8.1. Najważniejsze gatunki szkodników oraz metody ochrony.....	100
8.2. Metody określania liczebności szkodników	111
8.2.1. Mątwik burakowy.....	111
8.2.2. Pozostałe szkodniki glebowe.....	111
8.2.3. Szkodniki nalistne	111
8.3. Progi ekonomicznej szkodliwości.....	112
8.4. Ekonomiczna efektywność zabiegu.....	113
8.5. Zasady stosowania środków ochrony roślin.....	114
8.6. Systemy wspomagania decyzji.....	114
9. ORGANIZMY POŻYTECZNE WYSTĘPUJĄCE W AGROEKOSYSTEMACH.....	116
9.1. Pożyteczne wirusy i mikroorganizmy	116
9.1.1. Grzyby.....	116
9.1.2. Wirusy.....	118
9.1.3. Bakterie.....	119
9.1.4. Pierwotniaki.....	120
9.2. Pożyteczne makroorganizmy	120
9.2.1. Muchówki.....	120
9.2.2. Błonkówki	120
9.2.3. Sieciarki.....	121
9.2.4. Chrząszcze.....	122
9.2.5. Wążki.....	125
9.2.6. Cęgosze	125
9.2.7. Pająki	125
9.2.8. Dżdżownice	126
9.2.9. Nicienie.....	126
9.3. Zagrożenia dla organizmów pożytecznych	128
9.4. Zalecenia dotyczące ochrony pożytecznej entomofauny.....	129
10. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI APLIKACJI ŚRODKA OCHRONY ROŚLIN	130
10.1. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin	131
10.1.1. Dobór opryskiwacza	131
10.1.2. Kalibracja opryskiwacza	133
10.1.3. Sporządzanie cieczy użytkowej.....	135

10.2. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin	136
10.2.1. Dobór dawki cieczy użytkowej	136
10.2.2. Rodzaj opryskiwania i typ rozpylacza	137
10.2.3. Wysokość belki polowej	140
10.3. Warunki wykonywania zabiegów	140
10.4. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania	142
11. ZBIÓR	145
12. PRZECHOWYWANIE KORZENI BURAKA	148
12.1. Lokalizacja przyzmy	148
12.2. Termin zbioru	149
12.3. Formowanie przyzmy	149
12.4. Zabezpieczanie przyzm	150
12.5. Przechowalność korzeni buraka pastewnego	150
13. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY	152
13.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin	152
13.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych	154
14. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN	161
14.1. Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego	161
14.2. Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020	163
14.3. Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej ochrony roślin	165
15. FAZY ROZWOJOWE W SKALI BBCH	168
16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN	172
17. LITERATURA	178

1. WSTĘP

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 roku ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów zobowiązała państwa członkowskie do wprowadzenia jej do krajowego ustawodawstwa. W ramach niniejszej dyrektywy Polska została zobowiązana do opracowania Krajowego Planu Działania zmierzającego do zmniejszenia zagrożenia dla środowiska związanego ze stosowaniem pestycydów. Głównym celem dyrektywy jest ochrona ludzkiego zdrowia przez produkcję bezpiecznej żywności przy minimalnym obciążeniu ekosystemu rolniczego pozostałościami chemicznych środków ochrony roślin. Stąd potrzeba stworzenia systemu integrowanej ochrony roślin uwzględniającego metody i techniki w ochronie roślin alternatywne w stosunku do metody chemicznej.

Polska zobowiązana została do wprowadzenia z dniem 1 stycznia 2014 roku do praktyki rolniczej programów integrowanej ochrony upraw rolniczych. Zasady integrowanej ochrony roślin zostały określone w Krajowym Planie Działania wdrażanym w latach 2013–2018. Główne cele i działania zmierzające do zmniejszenia ryzyka związanego ze stosowaniem pestycydów oraz zależności produkcji rolnej od ich stosowania sformułowano na podstawie załącznika III do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE i brzmiały one następująco:

- nad chemiczne metody zwalczania organizmów szkodliwych przedkładać należy metody biologiczne, fizyczne i inne metody niechemiczne, jeżeli zapewnią one ochronę przed organizmami szkodliwymi,
- zapobieganie występowania organizmów szkodliwych powinno być osiągnięte między innymi przez:
 - stosowanie płodozmianu,
 - stosowanie właściwej agrotechniki,
 - stosowanie odmian odpornych lub tolerancyjnych,
 - stosowanie zrównoważonego nawożenia, wapnowania i nawadniania,
 - stosowanie środków zapobiegających introdukcji organizmów szkodliwych,
 - ochronę i stwarzanie warunków sprzyjających występowaniu organizmów pożytecznych.

Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem progów szkodliwości oraz na podstawie rozpoznawania objawów oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej. Stąd wyjątkowego znaczenia nabiera prawidłowa

diagnostyka chwastów, szkodników i chorób roślin, na bazie której powinny być podejmowane wszelkie decyzje dotyczące przeprowadzenia zabiegów ochronnych przy użyciu pestycydów.

Wdrażanie przez producentów rolnych zasad integrowanej ochrony roślin pozwala im na wprowadzenie systemów oceny jakości żywności bazujących na tych zasadach. Działanie zgodne ze wspomnianymi systemami jest elementem systemu wzajemnej zgodności („cross compliance”), który umożliwia producentom rolnym rozszerzoną sprzedaż i uzyskanie korzyści marketingowych.

Producenci buraka cukrowego, dzięki współpracy z koncernami cukrowniczymi i wysokim wymogom jakościowym w stosunku do dostarczanego przez nich surowca, są wdrożeni w system integrowanej produkcji i uprawy tej rośliny. Należy podkreślić, że plantatorzy są zobowiązani do ścisłego przestrzegania zaleceń nawozowych oraz stosowania prawidłowej ochrony roślin. Brak takich działań prowadzi do obniżenia jakości surowca i w rezultacie do spadku jego ceny, a nawet kar nakładanych przez cukrownię na plantatora.

W przypadku rolników uprawiających buraka pastewnego zastosowanie mają podobne zalecenia jak dla buraka cukrowego, jednak rolnicy muszą pamiętać, że liczba środków chemicznych przeznaczonych do ochrony tej rośliny uprawnej przed agrofagami różni się od listy środków dopuszczonych do ochrony buraka cukrowego.

Niniejsze opracowanie, ukazujące się w pięć lat po jego pierwszym wydaniu, uzupełnia wiedzę o najnowsze informacje z zakresu zarówno znanych, jak i nowych zagrożeń ze strony agrofagów buraka oraz metod ochrony i zapobiegania stratom, które mogą one powodować.

2. STANOWISKO W ZMIANOWANIU, DOBÓR GLEBY, UPRAWA ROLI I SIEW

2.1. Stanowisko w zmianowaniu

Bardzo ważnym elementem integrowanej uprawy i ochrony buraka cukrowego jest płodozmian. Stwarza on duże możliwości poprawy plonowania buraka. Dobór i następstwo roślin w płodozmianie powinno być tak ustalone, aby możliwe było odtworzenie korzystnych dla buraka warunków siedliska. Racjonalnym i sprawdzonym w praktyce rozwiązaniem, sprzyjającym uprawie buraka, jest płodozmian 4-letni z 25-procentowym udziałem buraka. Skracanie rotacji buraków do 3 lat jest ryzykowne i możliwe w praktyce w przypadku uwzględnienia w płodozmianie uprawy międzyplonu ścierniskowego o działaniu antymatwkowym i poprawiającym bilans masy organicznej w glebie.

Burak cukrowy uprawiany co 2 lata na tym samym polu plonuje coraz gorzej, a spadki plonu są znacznie większe niż u wielu innych roślin uprawnych. Następuje „wyburaczenie” gleby, powodowane głównie przyrostem populacji nicieni pasożytujących na buraku. Zbyt częsta uprawa buraków na tym samym polu wpływa na istotne zmniejszenie obsady roślin i silne zahamowanie pobierania składników oraz wzrostu korzeni. W efekcie tego plony są często nawet o 50–80% niższe niż w zmianowaniu (Gutmański 1991). Płodozmian z dużym udziałem buraka prowadzi ponadto do szybszego i silniejszego porażenia przez grzyby rozwijające się na liściach (Nowakowski i wsp. 1996). Przyczyną małej obsady buraków przy zbyt dużej częstotliwości uprawy jest najczęściej nasilone występowanie zgorzeli siewek. Choroba ta pojawia się w następstwie uszkodzenia korzeni młodych roślin przez larwy mącznika burakowego (fot. 1), które otwierają drogi infekcji grzybom, sprawcom zgorzeli siewek.

Z doświadczeń polowych wynika, że zmniejszanie udziału buraka cukrowego w płodozmianie, bądź też „wydłużanie” płodozmiannu, sprzyja wzrostowi plonów korzeni i cukru oraz zawartości cukru (Nowakowski i wsp. 1996; Tyburski 2002). Wprowadzenie drugiej rośliny żywicielskiej dla mącznika (np. rzepaku), nawet do zmianowania o pięcioletniej rotacji roślin, prowadzi do wyraźnego spadku plonu. Na polach zasiedlonych mącznikiem celowe jest zatem stosowanie od 4- do 6-letnich płodozmiannów i zmniejszenie w nich udziału buraka. Planując płodozmian, trzeba uwzględnić, że do szybkiego rozmnożenia mącznika przyczyniają się rośliny kapustowate (dawniej krzyżowe), m.in. rzepak i rzepik oraz pospolite chwasty: gorczyca polna, rzodkiew świrzepa, tobołki polne i tasznik pospolity. Dobrymi



Fot. 1. Siewki zaatakowane przez samice (cysty) mątwika burakowego *Heterodera schachtii* (fot. M. Nowakowski)

żywicielami mątwika burakowego są ponadto: słonecznik, topinambur, szpinak i rabarbar, a spośród chwastów wiele gatunków z rodzin komosowatych i rdestowatych. Szybkie niszczenie na polu chwastów i samosiewów rzepaku przynosi dodatkowe, znaczne efekty fitosanitarne.

Bardzo ważne dla gospodarstw uprawiających buraki i rzepak ozimy jest umiejętne usytuowanie żywicieli mątwika burakowego w zmianowaniu. Z badań IHAR – PIB w Bydgoszczy wynika, że buraki uprawiane po burakach są prawie zawsze słabiej porażone przez mątwika niż plantacje na stanowisku po rzepaku. Rośliny kapustowate można siać nawet bezpośrednio po burakach, natomiast buraki powinny być siane po tych roślinach nie wcześniej niż po upływie 3 lat. Skutecznym rozwiązaniem problemu z mątwikiem jest stosowanie w gospodarstwie dwóch osobnych płodozmianów, jednego z burakiem i drugiego z rzepakiem.

Jako gatunki roślin „wrogich” dla mątwika burakowego wymieniane są najczęściej: żyto, cykoria korzeniowa, len, psianka stuliszolistna, kukurydza i bobowate (dawniej motylkowate). Umieszczenie ich w płodozmianie z burakiem przyspiesza oczyszczanie pól z nicieni.

Na wartość stanowiska dla buraka w zmianowaniu, poza omówionym wcześniej czynnikiem sanitarnym, mają wpływ także inne czynniki oraz właściwości

gleby ukształtowane przez rośliny stosowane w zmianowaniu, a szczególnie te stanowiące przedplon. Zalicza się do nich między innymi kultura roli, zachwaszczenie, termin zbioru przedplonu, rodzaj resztek poźniwnych i pozostałości pestycydów. Buraki uprawia się najczęściej w rejonach o dużym nasileniu w strukturze zasiewów pszenicy, kukurydzy, jęczmienia i rzepaku, a niekiedy roślin bobowatych i ziemniaka. Wymagają one stanowisk w zmianowaniu o najwyższych walorach przedplonowych, kształtowanych w płodozmianie. Najczęściej przedplonem buraka jest pszenica. Po jej zbiorze pozostaje dobre stanowisko, na którym można terminowo wykonać uprawę roli, zastosować międzyplon i nawożenie uzupełniające zasobność gleby.

Bardzo kontrowersyjnym przedplonem dla buraka stała się kukurydza. Ogranicza ona rozwój populacji mątwika w glebie, ale pozostawia stanowisko wyczerpane ze składników pokarmowych i ze zdrewniałymi pozostałościami słomy. Jako roślina żywicielska dla pasożytniczego grzyba *Rhizoctonia solani* stymuluje ona silnie rozwój brunatnej zgnilizny korzeni buraka. Coraz częstsze pojawianie się kukurydzy w płodozmianach z burakiem wpłynęło na rozprzestrzenianie się i nasilenie występowania tej choroby. Do innych gatunków roślin, które także sprzyjają rozwojowi rizoktoniozy, należą m.in. rzepak, rzepik, ziemniak, kapusta i trawy.

Rośliny bobowate – groch i wyka oraz ich mieszanki ze zbożami, pozostawiają rolę w najlepszym stanie: strukturalną, wilgotną, z najmniejszym zachwaszczaniem i dobrą zasobnością w azot. Mniej korzystnym przedplonem jest bobik, później zbierany i przyczyniający się do większego zachwaszczenia. Uprawy koniczyzny i lucerny pozostawiają dużą masę organiczną resztek poźniwnych, ale przygotowanie po nich roli do siewu buraków jest znacznie utrudnione. Stanowisko takie jest zagrożone wystąpieniem szkodników glebowych oraz zagęszczeniem i przesuszeniem wierzchniej warstwy roli. Koniczyzna i lucerna mogą być dosyć dobrymi przedplonami przy dwuletnim ich użytkowaniu w warunkach małego zachwaszczenia.

Rzepak i rzepik pozostawiają stanowisko w dobrej strukturze, są jednak żywicielami mątwika burakowego oraz powodują uciążliwe zachwaszczanie osypanymi nasionami, co dyskwalifikuje je jako przedplon buraka, zwłaszcza na stanowiskach, gdzie występuje *Heterodera schachtii*. Bardzo dobrymi przedplonami dla buraka są warzywa, po zbiorze których rola jest w dobrej kulturze, odchwaszczona i zasobna w makroskładniki.

Ocenę stanowiska dla buraka cukrowego po różnych przedplonach, uwzględniającą strukturę gleby, zasobność w składniki pokarmowe, stan jej zachwaszczania i stan fitosanitarny, przedstawiono w tabeli 1.

Pole pod uprawę buraków najlepiej jest przygotowywać już 2–3 lata wcześniej, dobierając gatunki pozostawiające najkorzystniejsze stanowiska dla roślin korzeniowych. Zaplanować należy wówczas zabiegi uprawowe i nawozowe oraz

Tabela 1. Ocena stanowiska dla buraka cukrowego po różnych przedplonach

Przedplon	Struktura gleby	Zasobność w składniki pokarmowe	Rozwój			Ogólna ocena stanowiska
			chwastów	mątwika	rizoktoniozy	
Zboża						
Żyto	–	–	–	+		+
Pszenica ozima	+	+	–	–		+
Pszenica jara	+	+	+	–		+
Jęczmień	+	+	–	–		+
Kukurydza	–	–	+ (1)	+		–
Owies	+	+	–	–	--	+
Bobowate						
Groch siewny	++	++	–	–		++
Wyka	++	++	–	–		++
Bobik	+	++	–	–		++
Lucerna	+	+	+	+		–
Koniczyna	+	+	+	–		+
Łubin popl.	+	+	–	–		+
Seradela popl.	+	+	–	–		+
Nostrzyk popl.	+	+	–	–		+
Oleiste						
Rzepak	++	++	--	--	--	++ (2)
Rzepik	+	+	--	--	--	++ (2)
Słonecznik popl.	+	+	+	–		+
Rzodkiew o. popl. A	++	++	+	++	+	++
Gorczyca biała popl. A	++	++	+	++	+	++
Mak	+	+	–	–		++
Okopowe						
Buraki cukrowe	++	+	–	--		+(2)
Buraki pastewne	+	+	–	--	--	+(2)
Ziemniaki	+	+	+	–	--	+
Cykoria korzen.	+	+	+ (1)	++	--	++
Marchew past.	+	+	–	–		+
Cebula	++	++	–	+		++
Inne						
Len na ziarno	+	+	–	+		+
Len na włókno	+	–	–	+		+
Konopie	+	–	+ (1)	+		+
Kapusta past.	+	+	–	–	–	+
Facelia popl.	++	++	–	+		++
Trawy	–	–	–	–	–	–

„+” stan korzystny, „++” stan dobry, „–” stan niekorzystny, „--” stan bardzo niekorzystny; (1) – pozostałości/resztki utrudniające uprawę buraka, (2) – stanowisko nieodpowiednie ze względu na silne zamątwiczenie;

A – odmiana antymątwikowa, popl. – poplon (międzyplon)

Źródło: Gutmański 1991, uaktualnione przez Nowakowskiego



Fot. 2. Facelia błękitna skutecznie usprawnia strukturę gleby i działa antymatwikowo (fot. M. Nowakowski)

systemy zwalczania chwastów, chorób i szkodników, które umożliwiają uzyskanie jak najlepszego stanu kultury roli.

Bardzo ważne jest dla powodzenia uprawy buraka, aby po wcześniej zbieranych przedplonach – plonach głównych, wysiewać antymatwikowe międzyplony roślin szybko wschodzących, dobrze zacieniających i poprawiających strukturę roli, bilans masy organicznej i składników mineralnych. Najbardziej nadają się do realizacji tego celu antymatwikowe odmiany gorczycy białej lub rzodkwi oleistej, bądź też facelii błękitnej (fot. 2).

Pozostawienie międzyplonu na polu aż do wiosny w postaci mulczu ogranicza erozję wodną i wietrzną oraz rozwój mikroorganizmów patogenicznych w glebie, między innymi *Rhizoctonia solani* (Buhre 2008). Taki międzyplon skutecznie zmniejsza zagęszczenie populacji matwika burakowego, poprawia bilans masy organicznej i makroskładników w glebie (Malicki i Michałowski 1994; Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006; Daub i Westphal 2011) oraz umożliwia rolnikowi uzyskanie dopłaty rolno-środowiskowo-klimatycznej. Międzyplon ścierniskowy stał się obecnie bardzo ważnym elementem nowoczesnych, niskonakładowych technologii uprawy i trudnym do zastąpienia przedplonem buraka cukrowego (Lütke-Entrup 2001; Dzienia i wsp. 2006).

Wzrastająca koncentracja uprawy buraka w pobliżu cukrowni oraz niekorzystne uproszczenia w zakresie płodozmianu (3-letnia rotacja), obok konkretnych

doraźnych korzyści finansowych stwarzają także z roku na rok coraz większe zagrożenie fitosanitarne dla plonu upraw tego gatunku (Nowakowski 2013).

2.2. Dobór stanowiska

Burak cukrowy powinien być uprawiany na najlepszych glebach, charakteryzujących się korzystnymi właściwościami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi i sanitarnymi oraz głęboką warstwą uprawną, bogatą w substancję organiczną i próchnicę. Gleba musi odznaczać się dużą produktywnością, żyznością, dobrą strukturą, czynną biologicznie warstwą próchniczną, a także dużą zasobnością w dostępne dla roślin składniki pokarmowe.

Duże wymagania glebowe buraka wynikają z małej masy nasion i niewielkiej ich liczby wysiewanej na hektar, dużej wrażliwości siewek na czynniki środowiskowe, znacznego zapotrzebowania na wodę i składniki do wytworzenia bardzo dużej biomasy, przy małej końcowej liczbie roślin oraz tworzeniu głównego plonu – korzeni w uprawnej warstwie gleby (Gutmański 1991).

Największe efekty produkcyjne można uzyskać, uprawiając buraki na glebach wytworzonych z gliny, czyli zaliczanych do kategorii agronomicznej gleb średnich (gleby klas bonitacyjnych: I, II, III). Korzystne środowisko do uprawy stwarzają niekiedy gleby lekkie (klasa IVa) – gdy w podglebiu jest glina, a gleby cięższe – gdy zawierają stosunkowo dużo próchnicy. Preferowane powinny być gleby, które mają odczyn lekko kwaśny do obojętnego, zdolność dobrego utrzymywania zapasów wody, szybkiego nagrzewania się w okresie wiosennym oraz z brakiem skłonności do zaskorupiania się. Dla powodzenia uprawy buraka cukrowego duże znaczenie mają naturalne właściwości roli umożliwiające wykonanie wczesnego siewu, w następstwie czego lepiej wykorzystuje się zapasy wody w glebie, które są dostępne dla siewek dzięki podsiąkowski kapilarnemu z warstwy, na której osadzone są nasiona.

2.3. Uprawa roli

Zbyt niska opłacalność produkcji buraka cukrowego oraz wzrastające wymagania w zakresie ochrony środowiska, a zwłaszcza gleby i wody, motywują rolników do wdrażania w praktyce rolniczej niskonakładowych i chroniących glebę systemów uprawowych, bezpiecznych dla środowiska naturalnego i zapewniających jednocześnie wyższą dochodowość produkcji roślinnej (Buchner i Köller 1990). Konieczne jest zatem odejście od schematycznych, tradycyjnych koncepcji gospodarowania i ukierunkowanie się w zakresie uprawy roli na integrowane systemy uprawy i ochrony umożliwiające utrzymanie żyzności i dobrego stanu sanitarnego oraz równowagi w procesach biologicznych i proekologicznych w glebie (Merkes 1991; Daub i Westphal 2011).

Tabela 2. Systemy uprawy buraka cukrowego

Nr	System uprawy	Uprawa poźniwna	Uprawa przedzimowa	Uprawa wiosenna	Siewnik
1.	Tradycyjny	plóg podorywkowy lub agregat poźniwny	plóg zagonowy lub obracalny	agregat do uprawy przedsiewnej	tradycyjny
2.	Konservujący				
2.1	Siew w mulcz międzyplonu ścierniskowego	agregat poźniwny 6–8 cm + wysiew międzyplonu	bez	agregat do uprawy przedsiewnej	tradycyjny
2.2	Siew w mulcz międzyplonu ścierniskowego	agregat poźniwny 6–8 cm + wysiew międzyplonu	bez	bez	siewnik z krojami do mulczu
2.3	Siew w ściernisko i pociętą słomę zbóż	agregat poźniwny 8–12 cm	bez	agregat do uprawy przedsiewnej	tradycyjny
2.4	Siew w ściernisko i pociętą słomę zbóż	agregat poźniwny 8–12 cm	bez	bez	siewnik z krojami do mulczu
2.5	Uprawa pasowa (Strip-Tillage)	agregat poźniwny 6–12 cm + wysiew międzyplonu (ewent. słoma)	agregat do uprawy pasowej 18–25 cm, z GPS	agregat do pasowej uprawy przedsiewnej + siewnik + aplikator nawozowy, z GPS	tradycyjny lub z krojami do mulczu
3.	Siew bezpośredni (uprawa zerowa)	bez	bez	bez	siewnik z krojami

Źródło: Nowakowski 2010, uaktualnione

Stosowane w Polsce systemy uprawy buraka cukrowego przedstawiono syntetycznie w tabeli 2. System tradycyjny z zestawem zabiegów uprawy poźniwnej, jesiennej i przedsiewnej jest najbardziej rozpowszechniony. Coraz większe uznanie u rolników znajdują także technologie uprawy konserwującej, które bazują na uproszczonej uprawie roli oraz użyciu mulczu lub słomy (ok. 15% powierzchni uprawy buraka) (Zimny i wsp. 2017). Uprawa z siewem buraka w mulcz międzyplonu ścierniskowego oraz z siewem w ściernisko może być realizowana z wiosenną uprawą roli lub też bez niej. We wszystkich technologiach uprawy konserwującej zrezygnowano z głębokiej orki przedzimowej, a przy siewie bezpośrednim (uprawa „zerowa”) także z pozostałych zabiegów uprawowych. Ostatni z wymienionych systemów uprawy nie jest zalecany z uwagi na dużą zawodność plonowania. Rzadko stosowany jest siew buraka w mulcz z międzyplonu ozimego.

W technologii tej konieczne jest użycie herbicydu w celu zakończenia wegetacji ozimej rośliny międzyplonowej.

W ramach systemu uprawy konserwującej znajduje zastosowanie także uprawa pasowa. Polega ona na pasowym spulchnieniu gleby wzdłuż rzędów, w których będą umieszczone nasiona. Pasowa uprawa roli i siew buraka (najczęściej w mulcz, bądź też w połączeniu z nawożeniem rzędowym) wykonywane są w trakcie jednego przejazdu zestawem składającym się z maszyny spulchniającej rolę, siewnika i aplikatora nawozowego.

2.3.1. Tradycyjna uprawa roli

Poźniwna i jesienna uprawa roli ma na celu:

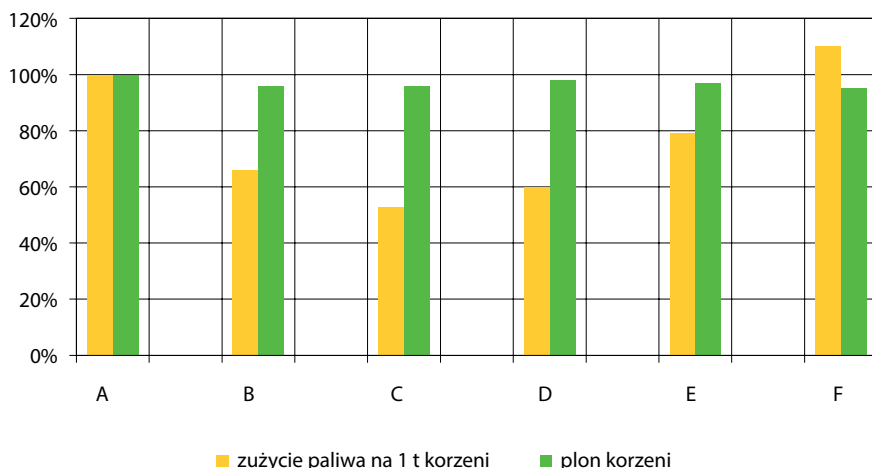
- spulchnienie zagęszczonej gleby oraz zwiększenie jej możliwości magazynowania wody,
- przykrycie i wymieszanie resztek poźniwnych, nawozów organicznych, mineralnych i wapna,
- zniszczenie chwastów oraz przeciwdziałanie chorobom i szkodnikom,
- ochronę roli przed erozją i neutralizację resztek pestycydów,
- zapewnienie optymalnych warunków dla przedsięwziętej uprawy gleby.

Uprawa poźniwna może być przeprowadzona za pomocą pługa podorywkowego i bron. Z uwagi na oszczędności paliwa rzędu 50–60% uzasadnione jest zastosowanie zestawu maszyn składającego się z kultywatora z 2–3 rzędami szerokich, sztywnych łap z bocznymi lemieszami oraz sekcji brony talerzowej i wałów strunowych. Taki zestaw przygotowuje wystarczająco dobrze glebę, także pod zaplanowany siew międzyplonu.

Międzyplon może być wysiany tuż po uprawie poźniwnej, bądź też w trakcie jej wykonywania. Głębokość zabiegów poźniwnych powinna wynosić w pierwszym przejeździe 3–4 cm (niszczenie chwastów i samosiewów), a w drugim 6–8 cm (wymieszanie resztek poźniwnych i ewentualnie słomy). Nieco głębszą podorywkę, na 10–12 cm, zaleca się przy wysokiej ścierni, znacznych ilościach rozdrobnionej słomy, zwalczaniu perzu, przyorywaniu wapna nawozowego oraz na glebach cięższych. Podorywkę można także wykonać kompaktową broną talerzową, czyli rotogruberem. Do uprawy ścierniska w technologii siewu w mulcz stosuje się kultywatory wielobelkowe, z łapami zamontowanymi w 4–8 rzędach, dzięki czemu uzyskuje się bardzo dobre wymieszanie organicznych resztek przedplonu z glebą (Przybył 2010).

Orka średnia – odwrotka rzadko znajduje zastosowanie w praktyce rolniczej. Badania wykazały, że ma ona najczęściej nieistotny wpływ na plonowanie, a rezygnacja z niej umożliwia znaczne oszczędzenia paliwa (rys. 1). Zaniechanie tego zabiegu wynika bardzo często ze spiętrzenia prac polowych i braku czasu na jego wykonanie.

Rys. 1. Wpływ rodzaju poźniwej i jesiennej uprawy roli na wielkość plonu korzeni buraka cukrowego oraz zużycie paliwa na 1 tonę korzeni – w wartościach względnych (Gutmański 2002/2003)



A – podorywka (8 cm), orka średnia (16 cm), orka głęboka (26 cm)

B – podorywka (12 cm), orka głęboka (26 cm)

C – kultywatorowanie (8 cm), orka głęboka (26 cm)

D – kultywatorowanie (8 cm i 16 cm), orka głęboka (26 cm)

E – kultywatorowanie (8 cm i 30 cm), orka głęboka (18 cm)

F – kultywatorowanie (8 cm), głęboszowanie (40 cm), orka głęboka (18 cm)

Głęboszowanie wpływa bardzo korzystnie na plonowanie buraka, gdy wykonujemy je pod przedplon, ewentualnie zaraz po jego zbiorze. Regeneruje ono strukturę warstwy podornej i ornej gleby oraz poprawia stosunki powietrzno-wodne. Zabieg najlepiej wykonać, gdy gleba jest dobrze uwilgotniona. Rozstawa zębów nie powinna przekraczać 45 cm. Pozytywne działanie zabiegu uwidacznia się w całym płodozmianie. Głębosz powinien spulchnić kilkucentymetrową, zagęszczoną warstwę gleby, znajdującą się pod warstwą orną. Głęboszowanie jest bardzo kosztownym zabiegiem i konieczne jest tylko wtedy, gdy stwierdzi się nadmierne zagęszczenie warstwy podornej, czyli wystąpienie tzw. podeszwy płużnej, w następstwie stosowania ciężkich maszyn i uproszczeń w uprawie (fot. 3). Problem ten objawia się występowaniem zastoisk wody na polu po większych deszczach, przy zbiorze natomiast stwierdza się duży udział korzeni rozwidlonych.

Orkę przedzimową powinno się wykonywać na głębokość warstwy próchnicznej gleby (25–35 cm), z zachowaniem równomiernego wyskibienia. Na glebach ciężkich i zlewnych oraz na terenach pagórkowatych orkę głęboką należy pozostawić w ostrzejszej, jednolicie złożonej skibie. Różnice pomiędzy grzbietami



Fot. 3. Głębosz spulchnia warstwę podorną i orną gleby oraz poprawia stosunki powietrzno-wodne (fot. M. Nowakowski)

skib i zagłębieniami nie powinny przekraczać 4–6 cm, co chroni przed erozją i zapobiega nadmiernemu zagęszczeniu warstwy ornej. Z kolei na glebach średnich, jeżeli nie można uzyskać w następstwie orki łagodnego wyskibienia, wówczas niezbędne jest zaczepianie za pługiem brony kolczatki, która niweluje ostre wierzchołki skib, tworząc dobre warunki dla skrócenia wiosennej uprawy i równomyernihych wschodów buraka. Po zabiegu głęboszowania można zmniejszyć głębokość orki do 18–20 cm. Preferowane powinno być stosowanie pługów obracalnych lub wahadłowych, które wykonują orkę bezzagonową i pozwalają na zwiększenie wydajności na skutek większej szybkości pracy i pominięcia bezproduktywnych przejazdów (fot. 4). W przypadku gleb średnich orkę można opóźnić do połowy listopada, a na cięższych glebach trzeba ją wykonać trochę wcześniej, zwłaszcza gdy ma przykryć obornik i nawozy mineralne.

Wiosenną uprawę roli przeprowadza się na taką samą głębokość, jak siew, czyli 2–3 cm, z zastosowaniem jednego lub dwóch przejazdów agregatem uprawowym. Jeden przejazd agregatem wystarcza wtedy, gdy pole po jesiennej orce jest dobrze wyrównane. Agregat powinien być zbudowany z dwóch wałów (strunowe, spiralne lub pierścieniowe), pomiędzy którymi zamontowane są zęby spulchniające – sztywne z gęsiostópkami, a na końcu zestawu umieszcza się wał

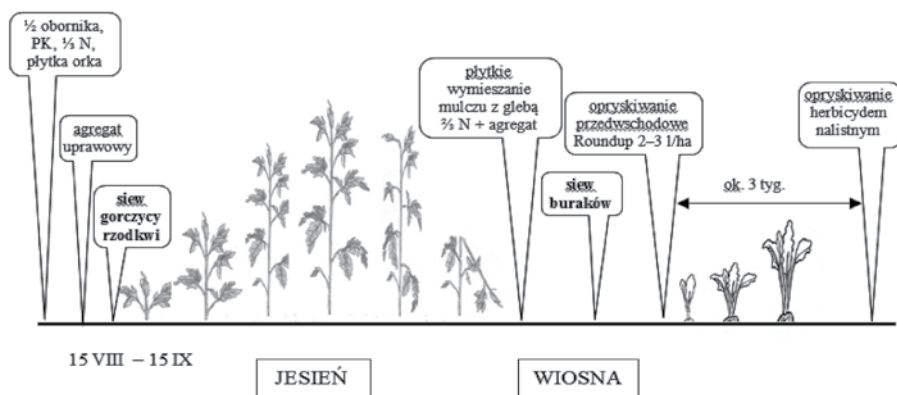


Fot. 4. Pług obracalny jest znacznie wydajniejszy od tradycyjnego pługa zagonowego
(fot. M. Nowakowski)

zagęszczający wtórnie glebę. Uprawa przedsiewna spulchnia, wyrównuje, napowietrza i ogrzewa wierzchnią warstwę roli, nie naruszając przy tym podsiąku kapilarnego wody w zagęszczonym podłożu, na którym będą umieszczone nasiona. Stosowana jest ona także w celu wymieszania nawozu azotowego z glebą. Ciągnik rolniczy użyty w okresie wiosennym należy obowiązkowo zaopatrzyć w szerokie lub podwójne koła, aby zapobiec nadmiernemu ugnieceniu gleby i zniszczeniu jej struktury. Takie działanie zapewni lepsze wschody, ograniczy porażenie zgorzelą siewek i zgniliznami korzeni oraz wpłynie na zmniejszenie udziału korzeni zniekształconych.

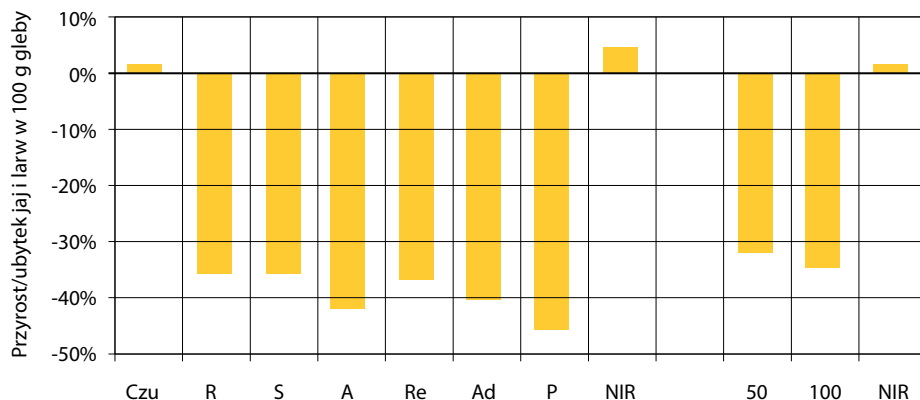
2.3.2. Uprawa z siewem w mulcz

Uprawa buraka cukrowego z siewem w mulcz – to najczęściej stosowana w praktyce rolniczej forma uprawy konserwującej glebę (Sommer 1990; Zimny 1999; Nowakowski i wsp. 2002; Zimny i wsp. 2017). Jej schemat przedstawiono na rysunku 2. Uprawę tę rozpoczyna się po zbiorze przedplonu i rozrzuceniu nawozów, od użycia zestawu uprawowego z kultywatorem ścierniskowym. W następnej kolejności stosuje się, jeżeli jest to konieczne, agregat uprawowy i wysiewa gorczycę białą (20 kg/ha), bądź też rzodkiew oleistą (25 kg/ha) lub facelię błękitną



Rys. 2. Schemat uprawy buraka cukrowego z siewem w mulcz (Nowakowski 2013)

Rys. 3. Wpływ uprawy w międzyplonie ścierniskowym wybranych odmian gorczycy białej i rzodkwi oleistej oraz nawożenia potasem na liczebność mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt) w warstwie gleby 0–20 cm (Nowakowski 2010)



Odmiany gorczycy białej (R, S i A) oraz rzodkwi oleistej (Re, Ad i P):

R – Rota Re – Remonta Czu – czarny ugór

S – Sito Ad – Adagio A – Accent

P – Picobello

Nawożenie potasem: 50 – 50 kg K · ha⁻¹, 100 – 100 kg K · ha⁻¹

(10–12 kg/ha). Gorczyca jest najchętniej wysiewana w międzyplonie ścierniskowym, gdyż charakteryzuje się szybkim wzrostem, wiernym plonowaniem i odpornością na suszę. Opóźnia ona rozwój chwastów, a wiele jej odmian ogranicza o 30–50% liczebność mątwika burakowego w glebie (Weiss 1993; Nowakowski 2013).

Bardzo efektywnym działaniem antymątwikowym wykazała się również uprawa niektórych odmian rzodkwi oleistej (Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999). Facelia błękitna, jako roślina nieżywicielska dla nicieni, ogranicza populację mątwika burakowego o około 20% (Nowakowski 2013). Badania IHAR – PIB w Bydgoszczy wykazały wzrost skuteczności działania antymątwikowego gorczycy i rzodkwi po zwiększeniu nawożenia azotem (Nowakowski i Szymczak-Nowak 2003) i potasem (rys. 3).

W tabeli 3. zamieszczono wykaz zarejestrowanych przez COBORU odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej wraz z oznaczeniem ich oddziaływania na populację mątwika burakowego. Jeżeli na polu występuje silne zamątwiczenie, wówczas dobrze jest przyspieszyć termin siewu antymątwikowego międzyplonu i zaplanować go na początek sierpnia. Dłuższy okres wegetacji gorczycy, rzodkwi i facelii sprzyja lepszemu odμάtwiczeniu pola.

Tabela 3. Odmiany gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej wpisane do Rejestru Odmian Oryginalnych (COBORU 2018)

Gatunek/ odmiana	Rok wpisu	Firma hodowlana	Wpływ na populację mątwika burakowego*
Gorczyca biała (<i>Sinapis alba</i>)			
Borowska	1958	Małopolska HR – HBP	↓↑
Nakielska	1958	Rogowska HR	↑
Metex ^{AM}	1996	Saaten Union Polska	↓
Ascot	1997	Saaten Union Polska	↑
Barka	1999	PN Rolnas	↓
Concerta	2001	Saaten Union Polska	↓ (2)
Maryna	2003	FN GRANUM	↓
Rota	2003	Vera–Agra	↓
Tango	2004	DSV Polska	↓
Bardena	2005	PN Rolnas	↓
Radena	2006	PN Rolnas	↓
Bamberka	2006	HR Smolice IHAR	↓
Dara	2009	PN Rolnas	↓
Warta	2012	HR Smolice IHAR	↓

Tabela 3. Odmiany gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej wpisane do Rejestru Odmian Oryginalnych (COBORU 2018) – cd.

Gatunek/ odmiana	Rok wpisu	Firma hodowlana	Wpływ na populację mątwika burakowego*
Rzodkiew oleista (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i>)			
Adagio ^{AM}	1996	Saaten Union Polska	↓ (2)
Pegletta ^{AM}	1996	Saaten Union Polska	↓ (2)
Siletta Nova	1997	Saaten Union Polska	↑ (7)
Colonel	2001	Saaten Union Polska	↓ (1)
Romesa	2006	PN Rolnas	↓
Rolsema	2018	PN Rolnas	↓
Facelia błękitna (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)			
Stala	1977	Poznańska HR	↓
Angelia	1997	Saaten Union Polska	↓
Natra	1999	Vera–Agra	↓
Lisette	2002	DSV Polska	↓
Asta	2006	PN Rolnas	↓
Anabela	2008	Poznańska HR	↓
Atara	2009	PN Rolnas	↓

↑ wzrost populacji, ↓ spadek populacji, ↓↑ działanie neutralne

*wg badań IHAR – PIB i literatury zagranicznej (Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999, 2003; Nowakowski 2010, 2013; Lütke-Entrup 2001; BSA 2018)

AM – zarejestrowana w Polsce jako odmiana antymątwikowa

(1) – po uprawie odmiany w plonie głównym redukcja populacji mątwika o ponad 90%

(2) – po uprawie odmiany w plonie głównym redukcja populacji mątwika o 70–90%

(7) – po uprawie odmiany w plonie głównym przyrost populacji mątwika o 210–400%

W przypadku wcześniejszego siewu gorczycy należy wybierać późno kwitnące odmiany, gdyż w ten sposób można zahamować proces dojrzewania gorczycy i przejścia w generatywną fazę rozwoju, objawiającą się drewnieniem łodyg oraz zawiązywaniem i osypywaniem nasion. Drewnienie łodyg gorczycy może być znacznie przyspieszone w następstwie suszy w okresie wrzesień – październik. Jeżeli łodygi są mocno zdrewniałe, to konieczne jest zaplanowanie wczesną wiosną skoszenia gorczycy w połączeniu z jej rozdrobnieniem i równomiernym



Fot. 5. Gorczyca biała jest najczęściej wysiewanym gatunkiem w międzyplonie
(fot. M. Nowakowski)

rozrzuconiem na polu. Zabieg ten umożliwia płytkie wymieszanie masy organicznej z glebą przed siewem buraka. Druga opcja na zagospodarowanie zdrewniałej i wysokiej gorczycy związana jest z szybszym podjęciem decyzji i pocięciem łodyg broną talerzową w okresie jesiennym. Należy jednak dążyć do tego, aby plon masy roślin gorczycy nie był nadmiernie wysoki lub zdrewniały. Z tego względu najlepiej wysiewać międzyplon od drugiej dekady sierpnia do połowy września, zależnie od możliwości organizacyjnych gospodarstwa i wilgotności gleby. Gorczyca wysiana w tym terminie ma zwykle około 30–60 cm wysokości, a jej łodygi po wystąpieniu minusowych temperatur więdną i okrywają rolę organiczną warstwą (mulcz), która łatwo daje się wymieszać agregatem uprawowym z glebą, stwarzając warunki do siewu buraka standardowym siewnikiem (fot. 5).

Niekiedy mulcz pozostaje na polu aż do momentu siewu buraka i wówczas konieczne jest użycie siewnika wyposażonego w kroje tarczowe tnące i rozgarniające na boki masę organiczną celem przygotowania miejsca do wysiewu nasion buraka (fot. 6).

Zdarza się także, że przy łagodnej zimie gorczyca może przetrwać i rosnąć aż do wiosny, bądź też ulec tylko częściowemu przemarznięciu, co każdorazowo wymusza wykonanie desykacji roślin totalnym herbicydem (glifosat 1,5–2,5 l/ha).

Rośliny międzyplonu pozostawione na polu aż do wiosny chronią glebę przed erozją wietrzną i wodną, wymywaniem składników pokarmowych oraz



Fot. 6. Siewnik punktowy wyposażony w kroje tarczowe umożliwiające siew buraków w mulcz (fot. M. Nowakowski)



Fot. 7. Pole mulczowane gorczycą (fot. M. Nowakowski)

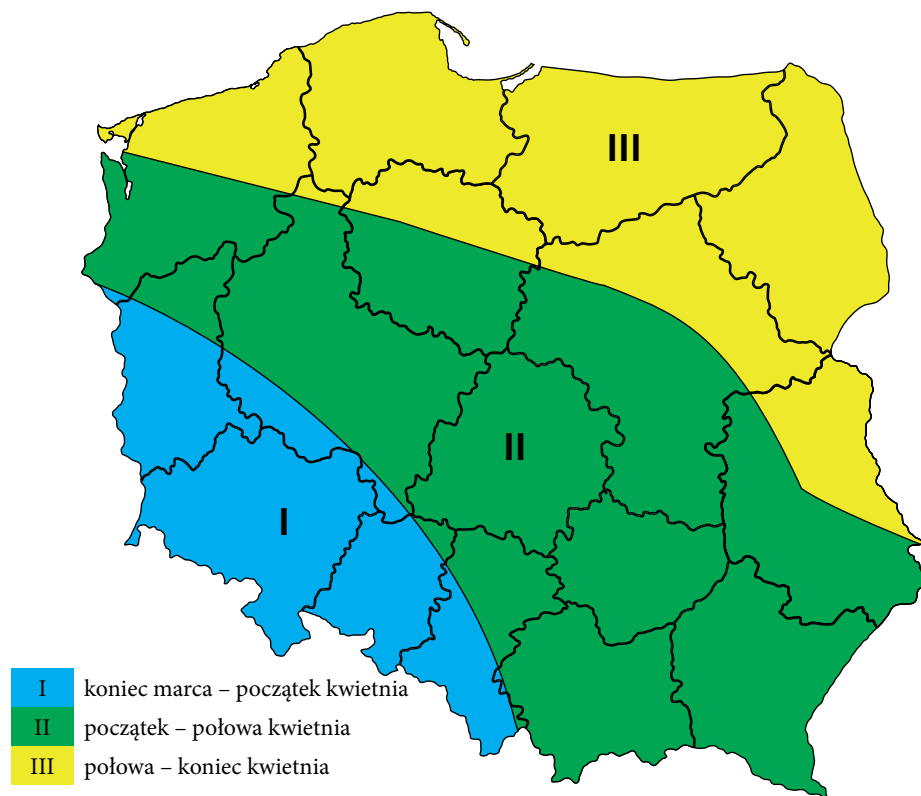
ograniczają rozwój wielu szkodliwych mikroorganizmów w glebie i zatrzymują znaczną część wody pochodzącej z opadów (Lütke-Entrup 2001; Buhre 2008) (fot. 7). Ich korzenie skutecznie regenerują strukturę gleby i podglebia. Wieloletnie doświadczenia IHAR – PIB w Bydgoszczy wykazały, że w plonie zielonej masy 30 t z ha gorczycy białej lub w 40 t z ha rzodkwi oleistej mogą być zawarte znaczne ilości makroskładników: 70–100 kg N, 15–30 kg P i 120–160 kg K (Nowakowski 1999, 2013).

W uprawie konserwującej zamiast mulczu międzyplonu można także wykorzystać ściernisko i pociętą słomę zbóż. Ta technologia uprawy, prawie identyczna w realizacji z opisanym poprzednio mulczowaniem z użyciem międzyplonu, pozwala na zatrzymanie większych ilości wody w glebie i stwarza warunki dla wdrożenia jej także w rejonach z mniejszymi opadami deszczu oraz tam, gdzie przedplon zbierany jest później. W przedstawionych technologiach uprawy konserwującej wyeliminowano jeden z najkosztowniejszych zabiegów, jakim jest orka głęboka oraz wprowadzono tańsze zwalczanie chwastów z zastosowaniem glifosatu. Uzyskano w ten sposób zmniejszenie kosztów ogólnych na produkcję buraka cukrowego o około 15%, zachowując przy tym poziom plonowania i jakości przetwórczej uzyskiwany w technologii tradycyjnej (Zimny 1999; Nowakowski 2013). Na znaczne zainteresowanie konserwującą uprawą buraka cukrowego mają wpływ nie tylko istotne oszczędności w nakładach na uprawę, ale także dopłaty przewidziane dla rolników w ramach działania rolno-środowiskowo-klimatycznego.

2.4. Siew

Termin siewu buraka cukrowego uzależniony jest od warunków pogodowych oraz od temperatury, wilgotności i struktury gleby. Za korzystne warunki do siewu uznaje się, gdy temperatura gleby na głębokości około 5 cm wynosi minimum 5°C (Gutmański 2002/2003), a gleba charakteryzuje się dobrą strukturą i średnią wilgotnością. Wysiew należy zaplanować jak najwcześniej, gdy tylko umożliwi to pogoda i wymienione parametry gleby. Zarówno termin siewu, jak i zbioru wpływają na długość okresu wegetacji buraka. Okres ten powinien być jak najdłuższy, gdyż przyczynia się on beznakładowo do wzrostu plonów korzeni i cukru, a tym samym do poprawy opłacalności uprawy.

Zalecane terminy siewu buraka cukrowego przedstawiono na rysunku 4. Najwcześniej siewy buraka przeprowadza się w południowo-zachodniej części kraju: koniec marca – początek kwietnia, a najpóźniej w części północno-wschodniej: połowa – koniec kwietnia. W centralnej Polsce siewy realizowane są najczęściej w pierwszej połowie kwietnia. W trakcie siewu punktowego nasiona powinny być umieszczone na głębokości 2–3 cm, równomierne dociśnięte do wilgotnego podłoża i przykryte warstewką strukturalnej gleby.



Rys. 4. Terminy siewu buraka cukrowego (Gutmański 2002/2003)

W korzystnych warunkach polowych nasiona mogą być wysiewane w rzędzie w odstępach co 18–20 cm, czyli „na gotowo”. Natomiast na gorzej przygotowanych stanowiskach odstęp między wysianymi nasionami powinny być zmniejszone do 16 cm. Zależność pomiędzy odległością nasion w rzędzie (odstęp między rzędami: 45 cm) oraz szacowaną połową zdolnością wschodów i początkową obsadą roślin przedstawiono tabeli 4.

Przy wyborze odmiany buraka i zamawianiu materiału siewnego w cukrowni plantator powinien brać pod uwagę walory użytkowe odmiany (plenność i cukrowość), stan przygotowania pola przeznaczanego pod uprawę, precyzję pracy siewnika, planowane odstępysiewu nasion i jego termin, a także nasilenie występowania chorób i szkodników oraz możliwości ich zwalczania. Jeżeli nie można zaplanować płodozmianu, bądź też innego działania agrotechnicznego zabezpieczającego dobry stan fitosanitarny pola, wówczas właściwym rozwiązaniem w ramach integrowanej ochrony jest zastosowanie odmiany odpornej na agrofaga, który ogranicza silnie poziom plonowania na danym polu (Gummert i wsp. 2011).

Tabela 4. Zapotrzebowanie na nasiona oraz początkowa obsada buraków w zależności od odstępu wysiewu nasion w rzędzie i polowej zdolności wschodów (PZW)

Odstępy wysiewu nasion [cm]	Zapotrzebowanie na nasiona [jednostka siewna*/ha]	Początkowa obsada buraków [tys./ha] przy PZW:		
		80%	85%	90%
16	1,4	112	119	126
18	1,2	96	102	108
20	1,1	88	94	99

*jednostka siewna (j.s.) = 100 000 nasion

Otoczkowane nasiona buraka cukrowego wysiewa się siewnikami punktowymi, które – w zależności od typu mechanizmu wysiewającego – dzieli się na mechaniczne oraz pneumatyczne podciśnieniowe i nadciśnieniowe. Siewniki mechaniczne występują z systemem zewnętrznego lub wewnętrznego napełniania komórek tarczy wysiewającej. Są one prostsze w budowie, lżejsze i tańsze od siewników pneumatycznych, które z kolei mają tę zaletę, że można nimi wysiewać także nasiona innych gatunków roślin. Najnowocześniejsze siewniki mechaniczne mają elektryczny napęd tarczy wysiewającej, który daje jeszcze większą precyzję i możliwość regulacji wysiewu z uwzględnieniem ścieżek przejazdowych. Większość siewników jest przystosowana do szybkiego montażu wyposażenia umożliwiającego siew w mulcz (m.in. kroje tarczowe przeci-nające lub rozsuwające mulcz) oraz rzędową aplikację nawozów. Przed przystąpieniem do siewu należy znacznie wcześniej sprawdzić stan techniczny każdego siewnika i wykonać niezbędne naprawy, regulacje oraz próby wysiewu. Bardzo istotne znaczenie dla precyzji siewu mają redlice wysiewające, które powinny być ostre.

Wschody buraka w warunkach korzystnych można zaobserwować już po 7–10 dniach, w średnich po 14–18 dniach, a w niekorzystnych nawet po 30 dniach, licząc od dnia wysiewu nasion. W przeciętnych warunkach glebowych i pogodowych zakończenie wschodów powinno nastąpić po 25–30 dniach. Celem określenia polowej zdolności wschodów należy, po 3–4 tygodniach od pojawienia się pierwszych wschodów, policzyć siewki w różnych losowo wybranych miejscach plantacji (przemieszczając się po przekątnej pola), na co najmniej 10 odcinkach rzędów obejmujących po 100 punktów z nasionami. W późniejszym okresie, wybierając w podobny sposób miejsca na polu, można obliczyć obsadę buraków, ustalając liczbę roślin na odcinku rzędu o długości 22,2 m, a uzyskaną liczbę trzeba pomnożyć razy 1000 (dla rozstawy rzędów 45 cm). Najkorzystniejsze dla uzyskania wysokich plonów cukru i korzeni są wysokie obsady buraka – rzędu 90–110 tys. roślin na 1 ha.

Spulchnianie gleby między rzędami pielniakiem należy przeprowadzać tylko w trakcie uprawy tradycyjnej, kiedy wystąpi bardzo silne zaskorupienie gleby.

Przesiewu plantacji dokonuje się, jeżeli wschody są bardzo słabe lub nierówne w następstwie silnego zaskorupienia lub zamulenia gleby bądź też wystąpienia erozji wodnej lub wietrznej. Ponowny siew jest uzasadniony, jeżeli:

- wschody i początkowa obsada nie zapewniają uzyskania minimum 50 tysięcy buraków na 1 ha,
- stwarza nadzieję na lepsze wschody i obsadę roślin,
- możliwe jest dokonanie przesiewu do połowy maja.

Zaplanowane do przesiewu pole należy ponownie uprawić agregatem, użyć innego materiału siewnego o wysokiej jakości oraz wysiać buraki z trochę mniejszym odstępem w rzędzie. Przesiewaną plantację powinno się zbierać jak najpóźniej.

W COBORU (www.coboru.pl) zarejestrowanych jest kilkanaście odmian buraka pastewnego. Większość spośród tych odmian to odmiany genetycznie jednolite, które wysiewa się w identyczny sposób jak odmiany buraka cukrowego. Przy wysiewie docelowym na odległość w rzędzie co 18 cm (odległość między rzędami: 45 cm) wystarcza 1,2 jednostki siewnej nasion otoczkowanych i połowa zdolność wschodów 85%, aby uzyskać pożądaną obsadę rzędu 100 tys. roślin/ha. Niekiedy wysiewa się także nasiona jednokielkowe nieotoczkowane w ilości 3–4 kg/ha. W przypadku odmian wielokielkowych konieczny jest siew rzędowy rozrzedzony, z normą wysiewu 10–16 kg/ha. Po takim siewie musi być przeprowadzona przerywka celem uformowania obsady roślin.

3. ZRÓWNOWAŻONY SYSTEM NAWOŻENIA BURAKA

3.1. Cele nawożenia

Nawożenie zrównoważone gwarantuje realizację podstawowego celu, jakim jest dostarczenie roślinie wszystkich niezbędnych składników pokarmowych w odpowiedniej ilości, czasie i formie, co z kolei zapewnia uzyskanie wysokich plonów o pożądanej jakości. Ponadto uwzględnia kilka innych ważnych aspektów przyrodniczych, społecznych i ekonomicznych. Do najważniejszych z nich należą:

- utrzymanie żyzności gleby na wysokim poziomie przez poprawę jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych,
- ochrona środowiska naturalnego przez ograniczenie do minimum strat składników nawozowych poza układ gleba–roślina,
- wspieranie wszelkich działań zmierzających do zwiększenia odporności roślin na choroby i szkodniki,
- zapewnienie wysokiej opłacalności zastosowanych nawozów.

Zgodnie z art. 17 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2018 poz. 1259) nawozy stosuje się w sposób, który nie zagraża zdrowiu ludzi lub zwierząt lub środowisku. Natomiast zgodnie z art. 20 tej ustawy zabrania się stosowania nawozów:

- na glebach zamarzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą, pokrytych śniegiem;
- naturalnych w postaci płynnej podczas wegetacji roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi. Przy czym za glebę zamarzniętą nie uznaje się gleby, która rozmarza co najmniej powierzchniowo w ciągu dnia.

3.2. Badanie zasobności gleby w składniki pokarmowe

Nawożenie należy do podstawowych i najdroższych składowych w technologii uprawy roślin. Stąd też każda złotówka wydana na nawozy powinna mieć racjonalne uzasadnienie. Dlatego fundamentem każdej efektywnej strategii nawożenia jest wiedza o stanie agrochemicznym gleby. Kluczowym zagadnieniem w badaniach agrochemicznych jest prawidłowe pobranie gleby do analiz. Przykładowo próbka o masie 0,5 kg pobrana z powierzchni 4 ha reprezentuje zasobność odpowiadającą średnio 12 tys. ton gleby. Podane wielkości dobrze obrazują skalę

problemu. W przypadku próby niereprezentatywnej wyniki analiz nie mają żadnej wartości diagnostycznej, są wręcz szkodliwe. Na błąd analityczny w akredytowanym laboratorium przypada maksymalnie 5%. Zatem można powiedzieć, że o przydatności wyników do celów nawozowych w 95% decyduje prawidłowy sposób pobrania prób.

Metodykę pobierania prób do analiz agrochemicznych reguluje norma PN-R-04031:1997. Szczegółowe informacje na ten temat można uzyskać w stacjach chemiczno-rolniczych (<http://www.schr.gov.pl/>). Badania gleby na zasobność zaleca się wykonywać co 4–6 lat lub co najmniej raz w rotacji płodozmianu. Przyjmuje się, że powierzchnia pola przypadająca na jedną próbkę ogólną, dla gleby jednolitej, o zbliżonym ukształtowaniu terenu, nie powinna przekraczać 4 ha. Próbką średnią powstaje ze zmieszania 15–20 próbek pojedynczych, które pobiera się łaską Egnera, świdrem glebowym, a nawet zwykłym szpadlem, poruszając się po polu według wcześniej przyjętego schematu. Im większe pole i bardziej niejednorodna gleba, tym więcej próbek pojedynczych należy pobrać. Próbkę średnią należy wysuszyć w temperaturze pokojowej i możliwie szybko dostarczyć do laboratorium.

Obecnie koszt wykonania podstawowej analizy gleby (pH, P_2O_5 , K_2O , Mg) w stacji chemiczno-rolniczej wynosi około 13,00 zł. Droższe jest oznaczenie zawartości mikroelementów (B, Cu, Zn, Fe, Mn), jednak w stosunku do wydatków ponoszonych na nawozy są to także niewielkie kwoty – około 52,00 zł.

Warto pamiętać, że zgodnie z prawem minimum Liebiga niedostatek któregośkolwiek ze składników pokarmowych, do których zaliczają się także mikroelementy, ogranicza efektywność pozostałych. Zatem nawożenie składnikami podstawowymi, nawet w wysokich dawkach, w warunkach deficytu choćby jednego z mikroelementów, nie przyniesie spodziewanych rezultatów.

Na podstawie wyników analiz sporządza się mapy zasobności, według których ustala się dawki nawozów mineralnych oraz potrzeby wapnowania.

3.3. Regulacja odczynu gleby

Burak cukrowy należy do roślin bardzo wrażliwych na odczyn i najlepiej rozwija się w na glebach o pH lekko kwaśnym i obojętnym (6,0–7,0). Uprawa buraka cukrowego na glebach kwaśnych zwiększa ryzyko wystąpienia zgorzeli siewek oraz ujawnienia się toksycznego działania związków glinu, manganu i żelaza na system korzeniowy. Słabo rozwinięty, płytki system korzeniowy nie jest w stanie dostarczyć roślinie wystarczających ilości wody i składników pokarmowych. Pokrój roślin jest drobny, skarłały i strzelisty. Na liściach często występują czerwono-fioletowe (antocyjanowe) przebarwienia jako następstwo braku fosforu lub boru. Niedożywione i osłabione rośliny są bardziej podatne na atak ze strony chorób i szkodników (fot. 8).



Fot. 8. Zahamowany wzrost buraka jako efekt kwaśnej gleby (fot. J. Piszczek)

Odczyn gleby, obok próchnicy, jest podstawowym wskaźnikiem jej żyzności. Prawidłowe pH gleby wpływa korzystnie na przyswajalność makro- i mikroelementów, aktywność mikroorganizmów, tempo procesów mineralizacji i humifikacji materii organicznej, trwałość struktury gleby, a przez to decyduje o efektywności nawożenia mineralnego. W warunkach kwaśnych na glebach lekkich tworzy się struktura luźna i bezagregatowa, natomiast na ciężkich zwarta i zbita, co znacznie pogarsza ich właściwości. Wapń wpływa pozytywnie na proces koagulacji cząstek glebowych oraz decyduje o trwałości agregatów. Dobra struktura zmniejsza opory mechaniczne gleby podczas uprawy, poprawia stosunki wodno-powietrzne oraz wymianę gazową. Wszystko to razem stwarza optymalne warunki do prawidłowego funkcjonowania korzeni, a tylko sprawny i dobrze rozwinięty system korzeniowy jest w stanie skutecznie zaopatrzyć nadziemne organy rośliny w wodę i składniki pokarmowe. Dlatego na glebach zakwaszonych konieczna jest regulacja odczynu przez wapnowanie.

3.3.1. Potrzeby wapnowania

Potrzeby wapnowania ustala się w oparciu o kategorię agronomiczną gleby oraz jej kwasowość (tab. 5 i 6). Każda kategoria ma swój własny optymalny dla

Tabela 5. Ocena potrzeb wapnowania gleb

Ocena potrzeb wapnowania	Kategoria agronomiczna gleby i odczyn (pH)			
	bardzo lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
	pH w 1 mol KCl			
Konieczne	do 4,0	do 4,5	do 5,0	do 5,5
Potrzebne	4,1–4,5	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0
Wskazane	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5
Ograniczone	5,1*–5,5	5,6*–6,0	6,1*–6,5	6,6*–7,0
Zbędne	od 5,6	od 6,1	od 6,6	od 7,1

*optymalne wartości pH dla kategorii agronomicznych gleby

Źródło: <http://iung.pl/dpr/wapnowanie1.html>

Tabela 6. Dawki wapna na gruntach ornych CaO na 1 ha

Kategoria agronomiczna gleby	Ocena potrzeb wapnowania			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Bardzo lekkie	3,0 (1,5)*	2,0	1,0	–
Lekkie	3,5 (2,0)*	2,5	2,0	–
Średnie	4,5 (3,0)*	3,0	2,5	1,0
Ciężkie	6,0 (4,0)*	4,0	3,0	1,5

*W nawiasach podano maksymalne dawki CaO, jakie można zastosować jednorazowo. Zabieg wapnowania uzupełniającą dawką można powtórzyć po upływie roku, po oznaczeniu aktualnej wartości pH gleby.

Źródło: <http://iung.pl/dpr/wapnowanie1.html>

niej zakres pH, który odpowiada klasie ograniczonych potrzeb wapnowania. Przekroczenie odczynu optymalnego jest niekorzystne dla właściwości gleby. Przewapnowanie zmniejsza dostępność dla roślin fosforu i mikroelementów (poza molibdenem), przesusza glebę oraz prowadzi do nadmiernego przyspieszenia procesów mineralizacji glebowej materii organicznej. Skutkiem tych zmian jest ubytek próchnicy i degradacja gleby. Im gleba lżejsza, tym z natury bardziej kwaśna, a wapnowanie w nadmiarze jest bardziej szkodliwe. Odkwaszanie gleb bardzo kwaśnych, ze względu na bardzo wysokie dawki nawozów (3,0–6,0 t/ha CaO), należy przeprowadzić w dwóch etapach. W pierwszym roku stosuje się maksymalnie 2/3 przewidzianej dawki nawozu, a w następnym roku pozostałą część.

3.3.2. Efekty wapnowania

O rezultatach wapnowania decyduje kilka czynników. Do najważniejszych z nich należą właściwości chemiczne i fizyczne nawozu (siła zobojętniania, re-

aktywność, rozdrobnienie), termin stosowania oraz dokładność wymieszania z glebą. Im wyższa zawartość wapnia, rozdrobnienie, rozpuszczalność oraz dokładniejsze wymieszanie nawozu z glebą, tym lepszy efekt zabiegu. Forma tlenkowa (CaO), w przeciwieństwie do formy węglanowej (CaCO_3), łatwo wchodzi w reakcję z wodą glebową, stąd też jej działanie jest szybkie. Wapno tlenkowe nadaje się przede wszystkim na gleby ciężkie i średnie, dobrze zbuforowane, szczególnie w sytuacji, gdy istnieje potrzeba szybkiej neutralizacji wysokiej kwasowości gleby. W innych przypadkach zalecana jest forma węglanowa, która działa wolno, ale nie powoduje gwałtownych zmian we właściwościach środowiska glebowego.

Wapno należy rozsiewać pod przedplon dla rośliny wrażliwej, ponieważ zmiana odczynu gleby po nawożeniu następuje powoli, a największa efektywność nawozu ujawnia się w drugim i trzecim roku po zabiegu. Wapnowanie najlepiej wykonać po zbiorze przedplonu, koniecznie na glebę suchą. Termin ten daje możliwość dobrego wymieszania nawozu z glebą w toku kolejnych zabiegów uprawowych, co – poza formą nawozu oraz jego rozdrobnieniem – decyduje o efektywności zabiegu.

3.3.3. Wapnowanie w aspekcie nawożenia magnezem

Z reguły gleby kwaśne są ubogie w magnez. Wynika to głównie z wysokiej podatności magnezu na wymywanie, które nasila się w warunkach niskiego odczynu. W przypadku gleb kwaśnych i ubogich (wartość krytyczna dla gleb średnich wynosi 3, a ciężkich 4 mg Mg/100 g gleby) około 30% dawki wapna należy zastosować w formie wapna magnezowego (dolomit). Jest to najtańszy i najprostszy sposób uzupełniania zasobów składnika w glebie, kilkakrotnie tańszy od magnezu w nawozach siarczanowych. Na glebach ubogich w magnez, ale niewymagających wapnowania, doglebowo należy zastosować 60–80 kg MgO /ha w nawozach typowo magnezowych (kizeryt). W sytuacji niskiej zasobności, poza nawożeniem doglebowym, zaleca się profilaktyczne dokarmianie dolistne roślin 5-procentowym roztworem siarczanu magnezu. Zabiegi należy przeprowadzić od fazy dwóch par liści właściwych (BBCH 14) do momentu zakrycia międzyrzędzi (BBCH 39).

3.4. Nawożenie mineralne

3.4.1. Zalecenia ogólne

Przy ustalaniu dawek nawozów mineralnych uwzględnia się osiągnięte plony w gospodarstwie, potrzeby pokarmowe roślin, zasobność gleby oraz pozostałe źródła składników pokarmowych, głównie nawozy naturalne, organiczne, wartość na-

Tabela 7. Średnie pobranie makro- i mikroelementów przez buraka cukrowego w przeliczeniu na 1 t plonu głównego wraz z odpowiednią ilością produktu ubocznego

Pobranie makroelementów [kg]						Pobranie mikroelementów [g]			
N	P	K	Mg	Ca	S	B	Cu	Mn	Zn
3,5	0,7	5,4	1,1	5,0	1,0	7	3	28	14

Źródło: <http://iung.pl/dpr/potrzeby.html>

wozową przedplonu. Potrzeby pokarmowe stanowią iloczyn pobrania jednostkowego składników i wielkości spodziewanego plonu.

Buraki cukrowy i pastewny ze względu na duży potencjał produkcji biomasy (korzenie + liście) mają bardzo wysokie wymagania pokarmowe (tab. 7). Najlepiej plonują na glebach o co najmniej średniej zawartości fosforu, potasu i magnezu, o dobrej strukturze i uregulowanym odczynie. Należą do roślin silniej reagujących na zasobność gleby niż na bieżące nawożenie.

Przykładowe dawki nawozów mineralnych (kg/ha) pod buraka cukrowego i pastewnego w zależności od prognozowanego plonu korzeni, w warunkach średniej zasobności gleby w przyswajalny fosfor, potas i magnez, podano w tabeli 8. W obliczeniach założono, że produkty uboczne (słoma zbóż, rzepaku i roślin strączkowych, liście buraczane itp.) są pozostawiane na polu, a nagromadzone w nich składniki mineralne wracają do gleby. W gospodarstwach, w których produkty uboczne zbiera się z pola, dawki nawozów fosforowych należy zwiększyć o około 20%, natomiast potasowych o 60–80% w stosunku do wartości tabelarycznych.

Tabela 8. Zalecane dawki składników mineralnych pod buraka cukrowego i pastewnego

Roślina	Plon [t/ha]	Dawki składników mineralnych [kg/ha]			
		azot (N)	fosfor (P ₂ O ₅)	potas (K ₂ O)	magnez (MgO)
Burak cukrowy na oborniku [30 t/ha]	40	80	–	–	–
	50	90	15	–	15
	60	100	25	–	20
	70	120	35	–	30
Burak pastewny na oborniku [30 t/ha]	40	80	–	–	–
	50	100	15	35	–
	60	120	25	65	–
	70	150	35	95	–
	80	180	45	125	–

Źródło: Jadczyszyn i wsp. 2010

3.4.2. Strategia nawożenia azotem

Dawki azotu nie mogą wykraczać poza ramy ustalone w „Programie działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”, który obowiązuje na terenie całego kraju od 26 lipca 2018 r. (Dz.U. 2018 poz. 1339). Według wytycznych Programu dawki azotu muszą być zgodne z opracowanym planem nawożenia azotem lub – w gospodarstwach, w których taki plan nie jest wymagany – nie mogą przekraczać limitu ustalonego dla sumy azotu działającego ze wszystkich źródeł (180 kg N/ha dla buraka cukrowego i 200 kg N/ha dla buraka pastewnego).

Plan nawożenia azotem powinien zostać opracowany zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej, na podstawie składu chemicznego nawozów oraz potrzeb pokarmowych roślin i zasobności gleb, uwzględniających stosowane odpady i nawozy. Nawożenie azotem należy przeprowadzić wiosną w dwóch terminach. Pierwszą dawkę w ilości do 50% dawki całkowitej wysiewa się przed agregatem uprawowym, a pozostałą część w fazie 2–3 par liści właściwych.

Do obliczania dawki mineralnych nawozów azotowych ($N_{\min}$) należy zastosować uproszczony bilans azotu zgodnie z podaną niżej formułą:

Dawka $N_{\min}$ = plon osiągalny w gospodarstwie rolnym [t/ha] × pobranie jednostkowe azotu [kg N/t] – ΣN z innych źródeł × równoważnik nawozowy – korekta dla roślin uprawianych po przedplonach lub międzyplonach bobowatych/0,7 (współczynnik wykorzystania N).

Źródło: Załącznik nr 8 do Programu (Dz.U. 2018 poz. 1339)

3.4.3. Strategia nawożenia fosforem i potasem

Jednym z głównych filarów efektywnego nawożenia buraka cukrowego jest doprowadzenie gleby do co najmniej średniej zasobności w przyswajalny fosfor i potas zanim burak będzie uprawiany w danym stanowisku. Generalnie przyjmuje się, że przy zasobności średniej, ale w górnym zakresie przedziału, dawkę nawozów należy dostosować do potrzeb pokarmowych. Przy zasobności wysokiej i bardzo wysokiej dawki składników, w relacji do potrzeb pokarmowych, można ograniczyć odpowiednio o 25 i 50% bez szkody dla żyzności gleby i wielkości plonów. Gdy zasobność plasuje się na poziomie niskim lub bardzo niskim, należy stosować nawożenie przewyższające potrzeby pokarmowe roślin w celu poprawy salda składników w glebie. W stanowiskach o zasobności poniżej średniej potrzeba co najmniej kilku lat tzw. nawożenia na zasobność, aby uzyskać średnią klasę zawartości (tab. 9 i 10). Aby zwiększyć zasobność o 1 mg/100 g, przy założeniu, że jeden hektar gleby waży 3 tys. ton, należy zastosować dodatkowo 30 kg brakującego składnika na ha.

Tabela 9. Ocena zawartości fosforu przyswajalnego w glebie

Klasa	Zawartość	P ₂ O ₅ [mg/100 g gleby]	
		gleby mineralne	gleby organiczne
V	Bardzo niska	do 5,0	do 40,0
IV	Niska	5,1–10,0	41,0–60,0
II	Średnia	10,1–15,0	61,0–80,0
II	Wysoka	15,1–20,0	80,1–120,0
I	Bardzo wysoka	od 20,1	od 120,0

Źródło: Gorlach i Mazur 2002

Tabela 10. Ocena zawartości potasu przyswajalnego w glebie

Klasa	Zawartość	K ₂ O [mg/100 g gleby]				
		bardzo lekkie	lekkie	średnie	ciężkie	organiczne
V	Bardzo niska	<2,5	<5,0	<7,5	<10,0	<30,0
IV	Niska	2,6–7,5	5,1–10,0	7,6–12,5	10,1–15,0	31,0–60,0
II	Średnia	7,6–12,5	10,1–15,0	12,6–20,0	15,1–25,0	61,0–90,0
II	Wysoka	12,6–17,5	15,1–20,0	20,1–25,0	25,1–30,0	91,0–120,0
I	Bardzo wysoka	>17,6	>20,1	>25,1	>30,1	>121,0

Źródło: Gorlach i Mazur 2002

3.4.4. Wyznaczanie dawki fosforu i potasu

Do precyzyjnego wyznaczenia dawki nawozów P i K, w oparciu o wymaganą krytyczną zasobność gleby w potas i fosfor, można wykorzystać następujący algorytm (Grzebisz 2011):

$$D = [(Z_k - Z_a) \times 3 - (X_1 \times W_1 + X_2 \times W_2)] / W_3,$$

gdzie:

D – dawka nawozowa brutto [kg K₂O lub P₂O₅ /ha],

Z_k – zasobność krytyczna [mg K₂O lub P₂O₅ /kg gleby],

Z_a – aktualna zasobność gleby [mg K₂O lub P₂O₅ /kg gleby],

X_1 – masa składników wprowadzona do gleby z obornikiem [kg/ha],

W_1 – wykorzystanie składników z obornika w roku zastosowania [%],

X_2 – masa składników wprowadzona do gleby z nawozami organicznymi [kg/ha],

W_2 – wykorzystanie składników z nawozów organicznych w roku zastosowania [%],

W_3 – wykorzystanie składników z nawozów mineralnych w roku zastosowania [%].

Liczby graniczne dla zawartości fosforu i potasu można przyjąć na poziomie średniej wartości przyjętej dla zasobności średniej (P_2O_5 – 130 mg/kg gleby, niezależnie od jej kategorii, K_2O – 130, 160 i 200 mg/kg gleby, odpowiednio dla gleby lekkiej, średniej i ciężkiej).

3.4.5. Termin nawożenia fosforem i potasem

Nawożenie fosforem i potasem pod buraka należy stosować w terminie jesiennym. Poźniwna uprawa gleby i orka zimowa zapewniają głębokie i równomierne wymieszanie składników w całej warstwie ornej, co jest warunkiem ich wysokiej efektywności. Fosfor bardzo wolno przemieszcza się w profilu glebowym. Właściwie pozostaje w miejscu, w którym został wysiany, albo na głębokości, na jaką został wprowadzony podczas różnych zabiegów uprawowych. W przypadku potasu sytuacja jest podobna. Co prawda składnik ten jest bardziej ruchliwy od fosforu, ale na glebach średnich i ciężkich tylko w niewielkim stopniu przemieszcza się w głąb profilu glebowego. Poza tym system korzeniowy buraka penetruje profil glebowy w poszukiwaniu wody i składników pokarmowych do głębokości przekraczającej jeden metr. Stąd też burak część składników odżywczych pobiera z warstwy podornej, ponieważ strefa ta jest także głęboko przerośnięta przez system korzeniowy. Potwierdza to silna reakcja plonotwórcza buraka na zasobność podglebia.

Z przedstawionych powodów nawozy fosforowe i potasowe wymagają mechanicznego wymieszania z glebą na głębokość całej warstwy ornej, co zapewniają uprawa poźniwna i orka zimowa. Dzięki temu składniki nawozowe mogą być pobierane efektywnie przez korzenie także w późniejszym okresie wegetacji z głębszych warstw gleby. Podczas wiosennej uprawy wprowadzenie składników pokarmowych na większą głębokość jest trudne, gdyż zależy ono od głębokości uprawy, która zazwyczaj nie przekracza kilku centymetrów. Zaletą nawożenia jesiennego jest także uniknięcie niebezpieczeństwa zbytniego zasolenia wierzchnich warstw roli przez zbyt wysokie przedsiewne dawki nawozów. Wysokie zasolenie, szczególnie w warunkach suchej wiosny, wzmacnia suszę glebową, co negatywnie wpływa na wschody, a finalnie na plon korzeni.

3.5. Nawozy naturalne i organiczne

3.5.1. Dopuszczalne dawki nawozów naturalnych oraz terminy nawożenia

Według art. 105 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1566) zastosowana w okresie roku dawka nawozów naturalnych wykorzystywanych rolniczo nie może zawierać więcej niż 170 kg azotu w czystym składniku

na 1 ha użytków rolnych. Szczegółowe współczynniki przeliczeniowe są podane w załączniku nr 6 do Programu (Dz.U. 2018 poz. 1339). Według tych przepisów obornik na gruntach ornych można stosować w okresie od 1 marca do 31 października, natomiast gnojówkę i gnojowicę od 1 marca do 20 października $\pm$ 5 dni na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 2 do Programu. Nawozy naturalne przykrywa się lub miesza z glebą nie później niż następnego dnia po ich zastosowaniu (Dz.U. 2008 Nr 80, poz. 479, § 3 ust. 3). Zapobiega to stracie znacznej ilości składników pokarmowych, szczególnie azotu.

3.5.2. Wartość nawozowa nawozów naturalnych

Burak cukrowy, ze względu na długi okres wegetacji i wysokie wymagania pokarmowe, bardzo dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe dostarczone w nawozach naturalnych i organicznych. Ze względu na płytką przedsięwną uprawę gleby oraz stosunkowo wczesny siew buraka nawozy naturalne i organiczne należy stosować w terminie jesiennym, przed orką zimową. Zapobiega to stracie znacznej ilości składników pokarmowych, szczególnie azotu.

Niezwykle cennym i polecanym w nawożeniu buraka cukrowego jest obornik, który korzystnie wpływa na właściwości fizykochemiczne gleby i bilans materii organicznej, wzbogaca glebę w próchnicę, poprawia jej strukturę i właściwości retencyjne oraz zwiększa aktywność biologiczną gleby. Gnojowica i gnojówka pod względem szybkości działania ma właściwości zbliżone do nawozów mineralnych. Skład nawozów naturalnych podano w tabelach 11 i 12.

Na glebach lekkich obornik powinien być przyorany głębiej, a na glebach cięższych – płycej. Gnojowicę i gnojówkę powinno się stosować na nieobsianą glebę, na ściernisko lub przed orką zimową. Nawozy te należy natychmiast po zastosowaniu wymieszać z glebą w celu ograniczenia strat azotu.

Tabela 11. Zawartość składników mineralnych w oborniku pochodzącym od różnych zwierząt [kg/t]

Składniki	Rodzaje obornika			
	bydły	świński	koński	owczy
N	4,7	5,1	5,4	7,5
P ₂ O ₅	2,8	4,4	2,9	3,8
K ₂ O	6,5	6,8	9,0	11,9
CaO	4,3	4,4	4,3	5,8
Mg	1,5	1,8	1,6	1,9
Na	1,0	1,1	0,6	1,2

Tabela 12. Zawartość składników mineralnych w płynnych nawozach naturalnych [kg/m³]

Składnik	Rodzaj nawozu			
	gnojowica bydłęca	gnojowica świńska	gnojówka bydłęca	gnojówka świńska
N	3,4	4,3	3,2	2,8
P ₂ O ₅	2,0	3,3	0,3	0,4
K ₂ O	3,7	2,3	8,0	4,1
CaO	2,1	2,5	0,6	0,8
Mg	0,8	0,8	0,4	0,3

Źródło: Maćkowiak 1997

3.5.3. Wartość nawozowa słomy

Często stosowanym nawozem organicznym jest słoma pozostawiona na polu po przedplonie. Należy podkreślić, że przyorywanie słomy wpływa dodatnio przede wszystkim na bilans glebowej materii organicznej, natomiast jej oddziaływanie na aktywność biologiczną lub strukturę gleby jest o wiele słabsze w porównaniu z obornikiem i trawami wieloletnimi. Słoma stanowi też cenne źródło składników pokarmowych, szczególnie potasu (tab. 13).

Wartość nawozowa słomy w dużej mierze zależy od stanu technicznego sieczkarni kombajnów oraz dokładności uprawy późniejszej. W trakcie omłotu słoma musi być dobrze rozdrobniona i równomiernie rozrzucona po całej powierzchni pola. Uprawa późniejsza powinna zapewnić dobre wymieszanie resztek późniejszych z rolą, tak aby nie dochodziło do pogorszenia warunków wzrostu korzeni. W miejscach, w których następuje nagromadzenie słomy, poza gorszym kiełkowaniem i wzrostem buraków, należy spodziewać się większej aktywności szkodników, głównie skoczogonków. Uszkadzają one hypokotyl siewek, ułatwiając wnikanie grzybów wywołujących zgorzel.

Należy się również liczyć z fitotoksycznym wpływem słomy, szczególnie w początkowym okresie jej rozkładu, na rozwój roślin ozimych. Przyczyną tego zjawiska jest powstawanie w trakcie mineralizacji słomy, szczególnie w warunkach beztlenowych, kwasów organicznych i związków fenolowych, które uszkadzają korzenie. Można zaradzić temu, stosując na ściernisko 0,5–1,0 CaO t/ha, najlepiej w postaci wapna kredowego (Pietr 2011).

Słoma stosowana jako nawóz organiczny wymaga także dodatkowego nawożenia azotem. Produkt ten charakteryzuje się szerokim stosunkiem węgla do azotu 60–100 : 1, natomiast w próchnicy glebowej wskaźnik ten wynosi 10 : 1. Przy takich relacjach drobnoustroje glebowe do rozłożenia słomy potrzebują dodatkowych ilości łatwo dostępnego azotu, który pobierają z gleby, co może prowadzić do deficytu tego składnika. W celu uniknięcia zjawiska

Tabela 13. Skład chemiczny słomy podstawowych roślin uprawnych (Kuś i Madej 2017)

Rodzaj słomy	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	B	Cu	Mn	Mo	Zn
	[% suchej masy]					[mg/kg suchej masy]				
Żytnia	0,58	0,25	1,20	0,32	0,13	2,65	3,00	51,40	0,33	28,50
Pszenna	0,64	0,23	1,26	0,38	0,15	3,00	3,50	39,70	0,35	22,10
Pszennyżnia	0,61	0,25	1,28	0,35	0,13	2,83	3,30	45,20	0,34	25,60
Jęczmienna	0,75	0,25	1,61	0,63	0,20	4,40	4,20	45,00	0,35	24,70
Owsiana	0,73	0,34	1,29	0,44	0,18	3,70	3,25	114,00	0,32	34,20
Kukurydziana	1,19	0,46	1,25	0,48	0,46	5,40	6,00	55,00	0,44	33,00
Rzepakowa	0,72	0,30	2,12	2,18	0,21	9,80	3,18	40,30	0,30	32,50

blokowania azotu przez mikroorganizmy glebowe na jedną tonę przyoranej słomy można zastosować dodatkowo (ponad plan nawożenia) jednak nie więcej niż 30 kg N/ha, o ile stanowisko przeznaczone jest pod zasiew ozimin (Dz.U. 2018 poz. 1339, Załącznik nr 8).

3.6. Dokarmianie dolistne

Burak cukrowy wytwarza bardzo dużą biomasę, z którą pobiera pokaźne ilości mikroelementów. Na wytworzenie jednej tony korzeni wraz z odpowiednią biomasą liści wymagane jest około 7 g boru (B), 28 g manganu (Mn), 14 g cynku (Zn), 3 g miedzi (Cu) i 0,2 g molibdenu (Mo). Dane te należy traktować jako duże przybliżenie, gdyż akumulacja mikroskładników przez rośliny podlega znacznym wahaniom. Spośród siedmiu mikroelementów (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) dla buraka cukrowego największe znaczenie ma bor. Brak tego pierwiastka w największym stopniu przyczynia się do istotnych strat w plonie korzeni i zawartości cukru, a tym samym znacznie pogarsza opłacalność uprawy. Wynika to po pierwsze z wysokiej wrażliwości na niedobór właśnie tego mikroelementu, a po drugie z powszechnego jego deficytu w naszych glebach.

Drugim mikropierwiastkiem, którego może brakować, jest mangan. Wynika to z jednej strony z wysokich potrzeb pokarmowych buraka, a z drugiej – z jego niskiej dostępności w warunkach wysokiego odczynu gleby. W miarę wzrostu pH podłoża rozpuszczalność manganu gwałtownie spada, a przy wartości powyżej 6,5 pierwiastek ten staje się praktycznie nieprzystawalny dla roślin.

Z powodu niskiej mobilności mikroelementów w roślinie, szczególnie boru, zabiegi dokarmiania dolistnego należy rozłożyć w czasie i stosować umiarkowane dawki. Jednorazowa efektywna dawka boru wynosi 100, natomiast manganu 200 g/ha w formie chelatu lub 1,0 kg/ha formie siarczanu. Pozostałe mikroskładniki

należy dodać do cieczy opryskowej, gdy zaistnieją warunki ograniczające ich dostępność, np. niska zasobność gleby, wysoki odczyn, brak nawożenia organicznego, niedostatek opadów czy niewłaściwa struktura gleby.

Dokarmianie mikroelementami najlepiej wykonać dwukrotnie. Pierwszy zabieg zaleca się przeprowadzić w fazie od 3–4 par liści właściwych, a następny 10–14 dni po pierwszym. Przy dużym niedoborze wskazane jest wykonanie trzeciego zabiegu, który należy wykonać przed zakryciem międzyrzędzi.

3.7. Skutki niezrównoważonego nawożenia

3.7.1. Przenawożenie azotem

Na plantacjach buraka cukrowego zdecydowanie częściej obserwuje się przenawożenie azotem niż jego deficyt. Azot jest głównym składnikiem plonotwórczym, ale jego efektywność zależy od dostępności pozostałych pierwiastków, głównie potasu, fosforu i magnezu. Jednostronne nawożenie azotem w uprawie buraka cukrowego ma wysoce negatywne skutki. Nadmiar azotu pogarsza zdrowotność roślin, plon i jakość korzeni. Zbyt wysokie dawki azotu na wiosnę, przed siewem, zmniejszają połowę zdolność wschodów oraz przyczyniają się do wzrostu porażenia siewek przez choroby zgorzelowe. Spóźnione oraz zbyt wysokie w stosunku do potrzeb nawożenie pogłówne prowadzi do nadmiernego rozwoju liści, co odbywa się kosztem masy korzeni i zawartości cukru.

Liście roślin przenawożonych azotem są łatwo uszkodzane mechanicznie przez wiatr, deszcz, mróz, grzyby i owady (mszyce). Wysoka zawartość azotu stanowi idealną pożywkę dla bakterii, które w uszkodzonej tkance szybko się rozmnażają. Przy zbiorze liście są nadal intensywnie zielone, natomiast korzenie są technologicznie niedojrzałe, selerowate, płytko osadzone w glebie, o niższej polaryzacji i wyższej zawartości azotu α -aminowego. W pryzmach wzrasta intensywność oddychania i podnosi się temperatura, co skutkuje spadkiem masy korzeni, zawartości cukru i w skrajnych wypadkach gniciem surowca.

3.7.2. Niedobór fosforu

Niedobór fosforu obniża plon liści i korzeni buraka. Korzenie niedożywione zawierają mniej cukru, a więcej azotu α -aminowego, znacznie gorzej znoszą długotrwałe składowanie w pryzmach. W konsekwencji spada wydajność procesów technologicznych i wydatek cukru z hektara. Deficyt fosforu uwidacznia się najczęściej u roślin młodych w początkowych okresach ich wzrostu. Liście mają charakterystyczną ciemnozieloną barwę, są drobne, spiczaste, o wyprostowanych ogonkach, z antocyjanowymi przebarwieniami (fot. 9).



Fot. 9. Objawy niedożywienia buraka fosforem (fot. J. Piszczek)

Warunkiem dobrej przyswajalności fosforu przez buraka cukrowego jest optymalny odczyn (6–7) oraz dobra struktura gleby. Okres krytyczny zapotrzebowania na fosfor przypada na fazę wschodów. Fosfor wpływa na szybki wzrost systemu korzeniowego, zwiększa odporność siewek na stresy środowiskowe, takie jak niskie temperatury, niedobory wody czy ataki patogenów. Niedobory fosforu występują na glebach o niskiej zasobności w ten składnik oraz w warunkach kwaśnego odczynu, a także na glebach wapiennych (rędziny). Często przyczyną niedoboru fosforu, szczególnie w początkowym okresie wzrostu buraka, są niskie temperatury oraz susze. Fosfor jest mało mobilny w glebie i musi być pobierany aktywnie. Intensywność tego procesu maleje wraz ze spadkiem wilgotności i temperatury gleby. Niedobór fosforu może wystąpić także przy jednostronnym nawożeniu azotem, szczególnie w formie saletrzaney.

3.7.3. Niedobór potasu

Potas jest składnikiem, którego burak cukrowy pobiera w największej ilości. Na wyprodukowanie 50 ton korzeni wraz z liśćmi roślina ta potrzebuje blisko 400 kg K_2O . Składnik ten w roślinie pełni szereg bardzo ważnych funkcji. Wpływa korzystnie na wydajność fotosyntezy oraz transport asymilatów z liści do korzeni, uczestniczy w regulacji gospodarki wodnej i gazowej rośliny, zwiększa turgor ko-



Fot. 10. Nekroza krawędziowa liści jako efekt niedożywienia buraka potasem (fot. J. Piszczek)

mórek oraz odporność na suszę. Zapewnia lepszy rozwój tkanek mechanicznych, dzięki czemu zwiększa odporność na choroby i szkodniki (mszyce). Bierze czynny udział w gospodarce azotowej, przez co ma duży wpływ na efektywność nawożenia azotem. Przy braku potasu nagromadzają się w roślinie proste związki azotowe, rośnie zawartość azotu α -aminowego.

Objawy niedoboru potasu występują w późniejszym okresie wegetacji, tj. lipcu i sierpniu, szczególnie w warunkach suszy i wysokich temperatur. Liście szybko tracą turgor i odzyskują go zdecydowanie później od roślin odżywionych prawidłowo. Przy silnym niedoborze pojawia się nekroza krawędziowa postępująca ku środkowi liści, które ostatecznie zasychają (fot. 10).

3.7.4. Niedobór boru

Bor jest najbardziej deficytowym mikroelementem w uprawie buraka cukrowego, dlatego objawy niedoboru tego mikrośladnika występują najczęściej. Bor bierze udział w procesach wzrostu i podziału komórek, stabilizacji błon cytoplazmatycznych, w metabolizmie i transporcie cukrowców. Składnik ten pełni bardzo ważną funkcję w gospodarce wodnej roślin, transpiracji i oddychaniu. Przy niedoborze boru system korzeniowy roślin jest słabo rozwinięty. Korzenie nie są w stanie pobrać odpowiedniej ilości składników pokarmowych i wody. Powszechny niedobór



Fot. 11. Zgorzel liści sercowych wywołana brakiem boru (fot. J. Piszczek)



Fot. 12. Sucha zgnilizna korzeni jako następstwo zgorzeli liści sercowych (fot. J. Piszczek)

boru wynika z jednej strony z bardzo niskiej zasobności gleb w ten pierwiastek, a z drugiej – z wysokiego zapotrzebowania buraka. W Polsce ponad 74% gleb wykazuje niedobór boru. Straty składnika powodowane wynoszeniem z plonami roślin uprawnych i wymywaniem z gleby przewyższają znacznie przychody tego pierwiastka z nawozów. Przy plonie sięgającym 50 t/ha pobieranie boru wynosi 400 g/ha. Niedobór boru może być także wywołany blokadą pobierania składnika na skutek zbyt wysokiego pH gleby lub długotrwałej suszy. Składnikiem tym należy dokarmiać rośliny nawet w stanowiskach nawożonych obornikiem. Dawka 35 t/ha obornika całkowicie pokrywa zapotrzebowanie buraka cukrowego tylko na mangan i cynk, natomiast nie stanowi wystarczającego źródła boru.

Symptomy niedożywienia borem najczęściej obserwuje się w warunkach długotrwałej suszy glebowej. W warunkach deficytu boru początkowo występuje deformacja najmłodszych liści. Wraz z pogłębianiem się niedożywienia, blaszki liściowe stopniowo brunatnieją, czernieją i w końcowym etapie zamierają. Występuje tzw. zgorzel liści sercowych (fot. 11).

W dalszym etapie, najczęściej w lipcu i sierpniu, tkanka spichrzowa korzeni, począwszy od wierzchołka, korkowacieje i zamiera. W zaawansowanym stadium choroby gniją główki korzeni z jednoczesnym wytwarzaniem licznych, drobnych zawiązków liściowych. Występuje tzw. sucha zgnilizna korzeni (fot. 12). Silny niedobór boru może spowodować spadek plonu korzeni nawet do 50% i zawartości cukru o 3–4%.

4. DOBÓR ODMIAN

Bardzo ważnym elementem w strategii integrowanej ochrony buraka jest prawidłowy dobór odmiany. Najważniejszym źródłem informacji o odmianach buraka cukrowego są wyniki badań prowadzonych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). W kilkunastu stacjach i zakładach doświadczalnych oceny odmian (SDOO, ZDOO) prowadzone są badania nowych rodów hodowlanych, z których najlepsze, już jako odmiany, są wpisywane do krajowego rejestru. Co roku COBORU publikuje „Listę odmian rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce”, na której podane są wszystkie odmiany buraka aktualnie w nim umieszczone. Obecnie w krajowym rejestrze znajduje się 116 odmian buraka cukrowego (COBORU 2018).

Jednocześnie COBORU prowadzi badania wybranej przez przedstawicieli przemysłu cukrowniczego grupy odmian w ramach doświadczeń porejestrowych i rolniczych (PDOiR). Zasiwy doświadczalne chronione są w sposób podobny jak plantacje produkcyjne, tzn. w miarę potrzeby przy użyciu insektycydów oraz fungicydów. Jednak w kilku doświadczeniach zlokalizowanych w warunkach zwykle dużego zagrożenia przez chwościka nie stosuje się ochrony fungicydowej. Celem tej kombinacji jest wytypowanie odmian bardziej odpornych, niereagujących dużym spadkiem plonu i jakości technologicznej korzeni w warunkach silnej presji grzybowych chorób liści.

W praktyce corocznie plantatorzy mają do dyspozycji listę kilkunastu, niekiedy kilkudziesięciu odmian wybranych przez Komisję Wspólną Związku Plantatorów Buraka Cukrowego i przedstawicieli poszczególnych koncernów cukrowych. Odmiany wytypowane do uprawy w danym sezonie zwykle pochodzą ze wszystkich firm hodowlanych buraka działających na polskim rynku, przy czym w ich wyborze znaczącą rolę odgrywają wyniki uzyskane przez COBORU w badaniach rejestrowych i PDOiR. Możliwe jest też wysiewanie odmian znajdujących się na liście europejskiej (w katalogu unijnym – CCA).

Wszystkie nowo rejestrowane odmiany buraka odznaczają się bardzo dobrą zdolnością plonotwórczą, wyższą niż odmiany wzorcowe. Jako wzorzec wybierane są odmiany najlepiej plonujące w doświadczeniach w dwóch ostatnich latach. Jednocześnie obserwuje się znaczący postęp w zakresie hodowli odpornościowej. Coraz więcej rejestrowanych odmian charakteryzuje się jedną, dwiema, a nawet trzema odpornościami. Odpornymi nazywamy takie rośliny, które nie podlegają infekcjom przez patogeny, tzn. mimo kontaktu patogena z rośliną ten pierwszy nie jest w stanie jej zainfekować (Kryczyński i wsp. 2002). W przypadku buraka dla poszczególnych agrofagów obserwujemy odporność o zróżnicowanym

poziomie. Odmiany buraka wykazujące odporność powinny być wysiewane w rejonach i na plantacjach szczególnie zagrożonych występowaniem agrofagów, na które są odporne.

Od kilku lat wszystkie nowo rejestrowane odmiany buraka są odporne na rizo-
manię, chorobę wywołowaną przez wirusa BNYVV (patrz rozdział „Choroby bu-
raka”). Początkowo odporność odmian na tę wirozę była warunkowana jednym
genem – *Holly* (Rz1). Obecnie hodowcy buraka dysponują kolejnymi genami Rz2
i Rz3, a odmiany posiadające więcej niż jeden gen odporności wykazują wyższą
odporność (Litwiniec i wsp. 2011). Aktualnie w Polsce przypadki rizomanii nie
występują. Problemem jest możliwość zawleczenia do kraju patotypu P wirusa
BNYVV, który przełamuje odporność uprawianych obecnie odmian. Jak dotąd
spotykany jest w krajach Europy Zachodniej. Możliwe jest także pojawienie się
mutacji wirusa, na które odmiany o jednym genie odporności mogą być podatne.
O wszelkich objawach choroby występujących na plantacjach obsianych odmia-
nami odpornymi należy niezwłocznie informować cukrownie i Instytut Ochrony
Roślin – Państwowy Instytut Badawczy.

Jedną z najgroźniejszych chorób buraka jest chwościk (patrz rozdział „Choro-
by buraka”). W ograniczaniu szkodliwości chwościka bardzo pomocne są odmia-
ny odporne na *Cercospora beticola* – grzyba wywołującego tę chorobę. Odporność
na chwościka jest cechą wielogenową (Skaracis i Biancardi 2000) i dlatego różni
się u poszczególnych odmian. Trudno się też spodziewać wyhodowania odmian
całkowicie odpornych na tego patogena. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem
odporności na chwościka zmniejszają się plon korzeni i zawartość cukru w ko-
rzeniach. Aczkolwiek udało się już wyhodować odmiany, które przy wysokiej od-
porności na chwościka osiągają zawartość cukru przekraczającą 18% (Holtschulte
i wsp. 2010). Takie odmiany figurują również w krajowym rejestrze. Zastosowanie
odmian odpornych na chwościka pozwala na większy margines czasowy w sto-
sowaniu zabiegów ochronnych (opóźnienie nie jest tak groźne, jak dla odmian
wrażliwych na chorobę) oraz, niekiedy, na możliwość ograniczenia liczby zabie-
gów ochrony fungicydowej na plantacjach obsianych takimi odmianami. Odmia-
ny odporne powinny być uprawiane przede wszystkim w rejonach południowych
i południowo-wschodnich Polski, gdzie chwościk rokrocznie powoduje najwięk-
sze straty.

Hodowcy deklarują wyhodowanie odmian o podwyższonej odporności na ta-
kie patogeny, jak: *Aphanomyces cochlioides* (sprawca zgorzeli siewek i zgnilizny
korzeni), *Rhizoctonia solani* (sprawca zgorzeli siewek i zgnilizny korzeni) oraz
Erysiphe betae (sprawca mączniaka prawdziwego).

Od kilku lat dysponujemy także odmianami tolerancyjnymi na mątwika bu-
rakowego (*Heterodera schachtii*) (patrz podrozdział 7.1. „Najważniejsze gatunki
szkodników oraz metody ochrony”). Ich plonowanie na polach silnie zasiedlo-
nych przez mątwika jest wysokie i zapewnia dobrą dochodowość uprawy (fot. 13).



Fot. 13. Odmiany buraka cukrowego tolerancyjne oraz nietolerancyjne (w środkowej części) na nicianie na polu silnie zasiedlonym przez mątwika burakowego (fot. M. Nowakowski)

Na plantacjach, w których zawartość żywych jaj i larw tego szkodnika przekracza 500 sztuk w 50 cm^3 gleby, powinno się uprawiać wyłącznie odmiany tolerancyjne. Nie jest wskazane uprawianie tych odmian na polach, na których mątwik nie występuje. W warunkach takich część odmian tolerancyjnych na mątwika może wykazywać nieco niższe plony. Niestety, ale także na tych odmianach dochodzi do mnożenia się szkodnika. Poszczególne odmiany mają określony próg liczebności mątwika, po przekroczeniu którego także w ich przypadku mogą wystąpić straty w plonie korzeni i cukru.

Więcej informacji na stronie: www.coboru.pl

5. PRZECIWDZIAŁANIE SKUTKOM SUSZY

Spółród wielu czynników plonotwórczych do najważniejszych zalicza się glebę, wodę i nawożenie. Plantator ma wpływ na czynnik pierwszy i trzeci, natomiast wielkość i rozkład opadów są w pełni niezależne od człowieka. Dlatego w warunkach deficytu wody powinien podejmować wszelkie możliwe działania, które ograniczają jej straty.

Możliwość wyboru przez danego plantatora stanowiska pod uprawę jest również ograniczona – każdy plantator dysponuje określonym zasobem stanowisk. Kluczowe znaczenie ma zatem utrzymanie gleby w dobrej strukturze, o optymalnym odczynie i z wysokim udziałem materii organicznej. Należy zwrócić szczególną uwagę na dobór odpowiedniego systemu uprawy, systematyczne wapnowanie, zbilansowane nawożenie organiczne i mineralne oraz bardziej skrupulatne podejście do ochrony roślin.

5.1. Dobór systemu uprawy

W ograniczaniu stresu wodnego pomocny jest m.in. system uprawy. Obowiązuje generalna zasada, że w warunkach niedoboru wody w uprawie roli należy stosować tylko niezbędne zabiegi, agregatować narzędzia uprawowe i dodatkowo na glebach lekkich nie stosować narzędzi aktywnych. Powinno się dążyć do stanu, aby okres pozostawienia gleby bez okrywy roślinnej, względnie masy organicznej, był jak najkrótszy. Stąd tak ważna rola uprawy konserwującej i roślin mulczowych, które tworzą naturalną ochronę powierzchni gleby przed nadmiernym parowaniem, a także przed erozją wodną i wietrzną (rozdz. 3.).

Uprawa orkowa sprzyja dużym stratom wody. W tym systemie uprawy bezpośrednio po zbiorach przedplonu należy wykonać uprawki późniowe w celu jak najszybszego przerwania parowania wody. Zabieg ten najlepiej wykonać kultywatorem ścierniskowym o sztywnych łapach (gruber) sprzężonym z wałem strunowym.

Ciekawą alternatywą dla dotychczas stosowanych systemów uprawy może być uprawa pasowa (ang. Strip-Till). Jest to modyfikacja uprawy zerowej, gdzie spulchniane są tylko wąskie pasy gleby, w które wysiewa się nasiona. Pasy roli między rzędami pozostają nieuprawione i przykryte są masą organiczną pozostałą po przedplonie. Dzięki temu ograniczone zostaje do minimum bezproduktywne parowanie wody, zapewniony jest nieprzerwany podsiąk kapilarny oraz bardzo dobre przesiąkanie wody opadowej. Uprawa ta ogranicza do minimum negatywne skutki erozji wodnej i wietrznej. Jak wykazują obserwacje polowe w warunkach

niedoboru wody, ten sposób uprawy zapewnia o wiele lepsze warunki do wzrostu i rozwoju roślin niż uprawa konwencjonalna. Jest to w Polsce stosunkowo mało popularny system, aczkolwiek na terenach z często występującymi niedoborami opadów ma wielką przyszłość.

5.2. Odczyn i struktura gleby

Niedocenianym czynnikiem w walce z suszą jest również optymalny odczyn gleby. W glebach kwaśnych na skutek niedoboru wapnia dochodzi do rozpadu agregatów glebowych, a także zwiększa się współczynnik ewaporacji. Dlatego w takich glebach, z reguły niestrukturalnych, niedobór wody staje się bardzo dotkliwy. Poza tym niski odczyn powoduje uruchomienie aktywnego glinu, który działa fitotoksycznie na korzenie. Rośliny bez prawidłowo rozwiniętego systemu korzeniowego nie są w stanie pobrać dostatecznej ilości wody i składników pokarmowych, przez co hamowany jest ich wzrost, są także niedożywione i bardziej podatne na uszkodzenia przez agrofagi. Stąd też jednym z filarów walki z suszą jest systematyczne wapnowanie prowadzące do regulacji odczynu w celu uzyskania optymalnego poziomu dla danej kategorii gleby. W uprawie buraka cukrowego jest to sprawa priorytetowa, gdyż ta roślina jest wyjątkowo wrażliwa na wysoką kwasowość podłoża.

Dobra struktura gleby decyduje o prawidłowych stosunkach wodno-powietrznych, determinujących pojemność wodną, dostęp powietrza, a przez to wzrost korzeni. Gleby strukturalne wykazują wysoką retencję i zdolność do infiltracji wody. Dzięki temu woda opadowa może szybko wnikać w głąb gleby i być w dużych ilościach magazynowana.

5.3. Nawożenie organiczne

Niezmiernie ważną kwestią w ograniczaniu skutków suszy jest zwiększone nawożenie organiczne. Dzięki wprowadzonej do gleby substancji organicznej w postaci np. obornika, słomy lub nawozów zielonych może powstać próchnica, która jest najcenniejszym składnikiem gleby. Wysoka zawartość próchnicy sprzyja tworzeniu oraz stabilizacji najbardziej pożądaney struktury agregatowej oraz zwiększa pojemność wodną. Próchnica ma bardzo wysokie zdolności retencyjne. Potrafi zatrzymać ilość wody kilkukrotnie przewyższającą jej masę. Przy założeniu, że średnia masa gleby z 1 ha wynosi 3000 t, to przy zawartości próchnicy na poziomie 1% będzie to minimum 30 t wody, co odpowiada opadowi w wysokości 3 l/m². Próchnica ma również duże możliwości zatrzymywania, gromadzenia, a później wymiany z roztworem glebowym składników pokarmowych (pojemność sorpcyjna). Pod tym względem przewyższa kilkukrotnie minerały ilaste. Odgrywa więc kluczową rolę w odżywianiu roślin.

5.4. Nawożenie mineralne

Kolejnym istotnym czynnikiem, który można wykorzystać w walce z suszą, jest nawożenie mineralne. Główną zasadą nawożenia jest prawidłowe zbilansowanie wszystkich składników pokarmowych w oparciu o potrzeby pokarmowe roślin oraz zasobność gleby. Wśród składników nawozowych największe znaczenie w zwiększaniu tolerancji roślin na suszę ma potas, ale pod warunkiem, że nie zabraknie innych pierwiastków. Potas decyduje m.in. o gospodarce wodnej roślin. Odpowiednio odżywione tym składnikiem rośliny w warunkach suszy efektywniej wykorzystują wodę oraz ograniczają transpirację. Jeżeli w glebie występuje deficyt potasu, co w glebach Polski jest zjawiskiem powszechnym, obserwuje się znaczne wahania plonów w zależności od warunków pogodowych. W stano-
wiskach o wysokiej zawartości potasu niedobór opadów w znacznie mniejszym stopniu wpływa na wysokość plonowania roślin. W celu zapewnienia wysokich i wiernych plonów należy dążyć do zapewnienia co najmniej średniej, a najlepiej wysokiej zasobności gleby w ten składnik.

5.5. Dokarmianie dolistne

W warunkach niedoboru wody znacznemu ograniczeniu ulega pobieranie składników pokarmowych przez rośliny. Szczególnie dotyczy to boru – priorytetowego mikroskładnika w nawożeniu buraka. Problemowi można częściowo zaradzić przez dokarmianie dolistne. Opryskiwanie najlepiej przeprowadzać wieczorem lub w pochmurne dni, przy temperaturze powietrza poniżej 20°C i wilgotności powyżej 60%. Pierwszy zabieg należy wykonać w fazie 3–4 par liści właściwych, natomiast kolejny do dwóch tygodni później.

Drogą pozakorzeniową można skutecznie usunąć stany niedożywienia głównie mikroskładnikami. Dokarmianie dolistne, ze względu na ograniczone stężenie cieczy roboczej oraz duże zapotrzebowanie roślin na makroskładniki, nie stanowi dla tej grupy pierwiastków odżywczych żadnej alternatywy do nawożenia doglebowego, aczkolwiek może nieznacznie złagodzić stany niedoborów.

5.6. Ochrona roślin

Warto zdawać sobie sprawę, że rośliny osłabione suszą są mniej odporne na choroby i szkodniki, dlatego ochrona przed nimi jest niezwykle ważna w celu ograniczenia strat. W okresie suszy należy częściej niż normalnie monitorować stan zdrowotny plantacji i w razie stwierdzenia zagrożenia podejmować stosowne działania. W sezonach bezdeszczowych znaczenie szkodników takich jak mszyca, mątwik burakowy czy przędziorek chmielowiec będzie wyższe niż w latach o normalnym rozkładzie opadów. Skutecznie należy eliminować chwasty, które

są lepiej przystosowane do stresu suszy niż rośliny uprawne. Nie jest to łatwe, gdyż w przypadku braku wilgoci w glebie herbicydy doglebowe wykazują niską skuteczność, natomiast nalistne wymagają dodatku odpowiednich adiuwantów. Należy dokładnie rozpoznać skład gatunkowy występujących chwastów i dobrać substancje czynne oraz dawki herbicydów adekwatnie do gatunków najbardziej odpornych na susze. Skutkiem słabego działania herbicydów doglebowych w warunkach suszy jest częste występowanie zachwaszczenia wtórnego, na co należy zwrócić szczególną uwagę przy komponowaniu zestawu substancji czynnych do ostatniego zabiegu ochronnego.

5.7. Deszczowanie

Skutecznym sposobem przeciwstawienia się skutkom suszy jest nawadnianie pól. Coraz więcej gospodarstw dysponuje deszczowniami, dzięki którym możliwa jest optymalizacja zaopatrzenia roślin w wodę we wszystkich fazach wzrostu.

W przypadku buraka cukrowego i pastewnego nawadnianie może być zastosowane w celu poprawy wilgotności gleby już w okresie wschodów. W takim przypadku musi być wykonane przed siewem w dawce 5–15 mm. Z kolei deszczowanie po siewie jest ryzykowne, gdyż może być przyczyną zaskorupienia gleby i słabszych wschodów. W trakcie wegetacji nawadnianie powinno być prowadzone od 70. dnia wegetacji, czyli od początku lipca do połowy września. Należy pamiętać, że zbyt wysoka wilgotność gleby ogranicza wzrost roślin, a także sprzyja wystąpieniu zgnilizn korzeni. Buraki pastewne, szczególnie odmiany płytko korzeniące się, są szczególnie wrażliwe na niedobory wilgoci. Deszczowanie może także ułatwić zbiór korzeni (Borówczak 2006).

6. INTEGROWANA METODA OGRANICZENIA ZACHWASZCZENIA

6.1. Specyfika ochrony buraka cukrowego przed zachwaszczeniem

Uprawy buraka cukrowego są narażone na silne oddziaływanie konkurencyjne ze strony chwastów. Wzrostowi i rozwojowi chwastów na plantacjach buraka cukrowego sprzyjają: późny termin siewu, uprawa w szerokich międzyrzędziach oraz wolny wzrost siewek w początkowym okresie wzrostu. Podczas wegetacji roślin uprawnych można wyodrębnić okres, w którym rośliny są szczególnie narażone na silną konkurencję ze strony chwastów. Dla buraka cukrowego krytyczny okres konkurencji występuje pomiędzy kiełkowaniem a 8–9 tygodniem po wschodach roślin. Występujące w tym czasie zachwaszczenie wpływa na istotne z ekonomicznego punktu widzenia straty w plonie korzeni buraka cukrowego.

Jednakże wielkość tych strat uzależniona jest od kilku czynników, między innymi: składu gatunkowego chwastów, ich liczebności oraz terminu pojawienia się względem fazy rozwojowej buraka cukrowego. Chwasty konkurują z młodymi roślinami buraka o składniki pokarmowe, wodę i światło. O ile rywalizacja o składniki pokarmowe oraz wodę zachodzi w przypadku ich niedoboru, o tyle konkurencja o światło w łanie roślin występuje zawsze (Aldrich 1997). W związku ze wspomnianą zależnością najgroźniejsze dla buraka cukrowego są chwasty piętra wysokiego wyrastające ponad łan i silnie zaciemniające roślinę uprawną. Są to między innymi: komosa biała, szarłat szorstki, przytulia czepna, maruna bezwonna oraz samosiewy rzepaku.

6.2. Progi szkodliwości

W integrowanej ochronie roślin istotnym czynnikiem przesądzającym o podjęciu decyzji o wyborze metody walki z chwastami są progi szkodliwości. Progi ekonomicznej szkodliwości określa się liczbą chwastów na jednostce powierzchni lub stopniem ich pokrycia, przy której wartość spodziewanej utraty plonu jest równa łącznym kosztom zastosowanych zabiegów ochrony roślin. Określa się je na podstawie szczegółowych i wieloletnich badań uwzględniających wpływ zachwaszczenia ogólnego lub liczby poszczególnych gatunków chwastów na jednostce powierzchni na wielkość plonów rośliny uprawnej. Jednakże ustalone progi szkodliwości mają jedynie charakter szacunkowy, gdyż brak jest bezpośredniej re-

Tabela 14. Progi szkodliwości dla wybranych gatunków chwastów

Gatunek chwastu	Liczba roślin na 30 m rzędu
Chwastnica jednostronna	10
Gorczyca polna	5
Komosa biała	5
Owies głuchy	15
Psianka czarna	15
Szarłat szorstki	5
Włośnice	5

Źródło: Schweitzer i Dexter 1987

lacji pomiędzy wzrostem liczby chwastów a spadkiem plonowania rośliny uprawnej. W zależności od występujących warunków atmosferycznych w danym roku (susza) mała liczba chwastów może zredukować plony rośliny uprawnej w takim samym stopniu, jak ich większe nasilenie. W związku z tym, podczas wyboru metod regulacji zachwaszczenia należy kierować się krytycznym okresem konkurencji, czyli przedziałem czasowym, w którym chwasty z ekonomicznego punktu widzenia powodują największe straty w plonach buraka cukrowego.

Na podstawie nielicznych doniesień literaturowych stwierdzono, że próg ekonomicznej szkodliwości chwastów w uprawie buraka cukrowego znajduje się poniżej 10 szt./m² (Woźnica 2008). Jednak przeprowadzone badania w IOR – PIB w Poznaniu wykazały, że konkurencyjność komosy białej w stosunku do roślin buraka cukrowego zależy przede wszystkim od warunków wilgotnościowych i zawiera się w przedziale od 1 do 5 szt./10 m². Zbliżony pogląd zaprezentowali Schweitzer i Dexter (1987), którzy opracowali progi szkodliwości dla buraka cukrowego w północnej Dakocie (tab. 14).

6.3. Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia

6.3.1. Działania profilaktyczne

Podstawowym źródłem zachwaszczenia pól uprawnych jest bank nasion chwastów w glebie. Istotną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia potencjalnego gleby odgrywają między innymi wszelkie podjęte czynności zapobiegawcze, które redukują rozprzestrzenianie się chwastów. Do tych czynności możemy zaliczyć:

- staranny zbiór roślin przedplonowych (ograniczenie występowania samosiewów zbóż oraz rzepaku),
- utrzymanie maszyn i narzędzi w czystości,
- niedopuszczenie do przenoszenia się chwastów z otoczenia do pól uprawnych,
- stosowanie przefermentowanego obornika (fermentacja gorąca).

6.3.2. Znaczenie płodozmianu

Duże znaczenie w walce z chwastami odgrywa zastosowanie zmianowania roślin. Prawidłowo zastosowany płodozmian norfolcki jest jednym z głównych sposobów ograniczania zachwaszczenia w każdym systemie uprawy roślin (Świętochowski i Tołpa 1950; Adamczewski i Dobrzański 2008). Na podstawie licznych badań przeprowadzonych w XX wieku stwierdzono, że rośliny uprawiane w zmianowaniu są mniej zachwaszczone niż w monokulturze (Duer 1979; Adamiak 2007). Przemienna uprawa roślin o zróżnicowanych wymaganiach agrotechnicznych zapobiega kompensacji niektórych gatunków chwastów oraz redukuje występowanie innych (Duer 1996; Dobrzański i Adamczewski 2009).

6.3.3. Uprawa roślin o właściwościach allelopatycznych

W ostatnich latach prowadzone są liczne badania nad wykorzystaniem innej niekonwencjonalnej metody regulacji zachwaszczenia – zjawiska allelopatii. W tym celu wysiewane są rośliny poplonowe, takie jak: żyto ozime, rzodkiew oleista, gryka, gorczyca biała, facelia błękitna. Wymienione rośliny najlepiej wysiać w okresie letnio-jesiennym, po zbiorze przedplonu, i pozostawić na okres zimowy w celu wytworzenia mulczu. Jak wskazały dotychczasowe badania, uprawa tych roślin w przedplonach buraka cukrowego, w formie międzyplonów lub poplonów ścierniskowych, wpływa na redukcję występowania niektórych gatunków chwastów (Banaszak i wsp. 1997; Gniazdowska i wsp. 2004; Parylak i wsp. 2006; Adamczewski i Dobrzański 2008; Miziniak 2009).

Na plantacjach buraka cukrowego opartych o wysiew nasion w mulcz, chemiczne zwalczanie chwastów jest takie samo, jak w tradycyjnej uprawie, z tą niewielką różnicą, że do pierwszego zabiegu nalistnego możemy zastosować herbicydy nieselektywne oparte na glifosacie. Zabieg tymi herbicydami wykonywany jest po skielkowaniu chwastów, ale co najmniej na 3 dni przed kiełkowaniem buraka. Kolejne zabiegi wykonujemy standardowymi herbicydami zarejestrowanymi w uprawie buraka cukrowego.

6.3.4. Zabiegi agrotechniczne

W integrowanej ochronie roślin walka z chwastami powinna odbywać się we wszystkich roślinach stanowiących elementy zmianowania, na każdym etapie uprawy roli (podorywka, orka zimowa, uprawa przedsiewna). Prawidłowo wykonane zabiegi agrotechniczne przyczyniają się do zmniejszenia liczby diaspor w glebie, jednak tempo tej redukcji jest uzależnione od gatunku chwastu (Roberts 1970). Zdaniem Wilsona (1978) w ciągu jednego roku prawidłowo wykonane zabiegi agrotechniczne mogą zredukować populację owsa głuchego na

polu nawet o 80%. W świetle ostatnich doniesień pewne znaczenie w ograniczaniu zachwaszczenia ma pora dnia, w której wykonywane są zabiegi mechaniczne. Czynnikiem przerywającym okres spoczynku niektórych gatunków chwastów jest światło dzienne bogate w promienie czerwone. Wystarczy krótki błysk światła (1/1000 sekundy), aby przerwać okres spoczynku chwastów reagujących na światło – fotoblastycznie pozytywne (Hartman i Nezadal 1990; Adamczewski 2000). Przeprowadzone badania polowe w Skierniewicach wykazały, że wykonanie zabiegów w nocy skuteczniej przyczyniło się do zmniejszenia zachwaszczenia pola w okresie od 32–42 dnia po ich przeprowadzeniu niż uprawek przeprowadzonych w ciągu dnia (Dobrzański i Pałczyński 1996).

6.3.5. Zwalczanie mechaniczne

W integrowanej ochronie roślin istotne znaczenie w regulowaniu zachwaszczenia odgrywa mechaniczne niszczenie chwastów podczas wegetacji roślin okopowych. Metoda ta, pomimo powszechnego stosowania herbicydów, stanowi w dalszym ciągu ważne narzędzie walki z chwastami, a czasami jest jedynym skutecznym sposobem ich niszczenia (burakochwasty, śláz zaniedbany – *Malva neglecta*, zaśláz pospolity – *Abutilion theophrasti* Medik.). W ubiegłym wieku do niszczenia chwastów w uprawach buraka cukrowego stosowano głównie brony (brona chwastownik) oraz bierne narzędzia zaopatrzone w noże kątowe i gęsiostopki. W ostatnich latach wzrost zainteresowania produkcją ekologiczną zintensyfikował badania nad możliwościami mechanicznego zwalczania chwastów. Rezultatem tych badań było wprowadzenie nowych rozwiązań technicznych głównie przez zastosowanie narzędzi aktywnych pozwalających na niszczenie chwastów zarówno w międzyrzędziach, jak i rzędach roślin uprawnych – pielniki szczotkowe, palcowe, szczotkowo-palcowe oraz wążowe (Adamczewski i Dobrzański 2008; Zbytek i Talarczyk 2008).

Znacznie nowszym narzędziem pozwalającym na niszczenie chwastów w pobliżu rośliny uprawnej jest pielnik torsyjny (torsior weeder) lub pielnik pneumatyczny wykorzystujący sprężone powietrze. Wprowadzone do gleby powietrze przez otwory w części roboczej pielnika usuwa rosnące chwasty w rzędach do głębokości 15–20 mm (Adamczewski i Dobrzański 2008).

6.4. Chemiczne metody ochrony

W integrowanej ochronie roślin stosuje się herbicydy jako uzupełniające narzędzie do walki z chwastami (tab. 15). Główną zaletą ich stosowania jest szybka eliminacja zachwaszczenia oraz bardzo wysoka skuteczność ich działania. Jednak skuteczność chemicznych środków warunkowana jest kilkoma czynnikami: biologią chwastów, dynamiką ich pojawiania się, stopniem zachwaszczenia oraz umiejętnością rozpoznawania poszczególnych gatunków chwastów we wczesnych stadiach rozwojowych.

Tabela 16. Sposób działania substancji czynnych stosowanych w zwalczaniu chwastów w uprawie buraka cukrowego

Substancja czynna herbicydu	Sposób działania	
	przez glebę	przez liście
Chlopyralid	nie	tak
Chlorydazon	tak	tak
Desmedifam	nie	tak
Etofumesat	tak	nie
Fenmedifam	nie	tak
Lenacyl	tak	nie
Metamitron	tak	tak
Triflusaluron-metylu	nie	tak
Graminicydy	nie	tak

Źródło: Praczyk 2003

Ponadto lokalne znaczenie w uprawie buraka cukrowego mają następujące gatunki chwastów: włośnica sina i zielona, owies głuchy, rdesty (ptasi, powojowy, kolankowy) oraz samosiewy rzepaku.

Skuteczne zwalczanie chwastów za pomocą herbicydów uzależnione jest od następujących czynników:

- terminowego wykonania zabiegu,
- wyboru odpowiednich substancji czynnych do spodziewanego lub występującego zachwaszczenia oraz do stadium rozwojowego chwastów,
- stosowania adiuwantów w niesprzyjających warunkach atmosferycznych.

Z praktycznego punktu widzenia do najważniejszych właściwości herbicydów należy zaliczyć ich spektrum działania oraz sposób pobierania substancji czynnej (tab. 16). Informacje te są niezbędne przy wyborze skutecznego wariantu ochrony buraka cukrowego.

6.5. System zwalczania chwastów

Obecnie do zwalczania chwastów jedno- i dwuliściennych w uprawie buraka cukrowego zarejestrowane są 132 herbicydy oparte na 17 substancjach czynnych. W zależności od wybranego systemu ochrony plantacji buraka herbicydy stosujemy przed wschodami rośliny uprawnej (herbicydy nieselektywne, działające przez glebę) oraz w trakcie wegetacji rośliny uprawnej w dawkach maksymalnych, za pomocą dawek dzielonych opartych na dwóch lub trzech zabiegach. Istotą systemu dawek dzielonych jest stosowanie herbicydów w kilku zabiegach, stosując mniejsze dawki środków chemicznych w porównaniu z maksymalnie zalecany-

mi w uprawach buraka cukrowego. W systemie tym termin aplikacji herbicydów określany jest na podstawie fazy rozwojowej chwastów i jest w odniesieniu do większości zarejestrowanych herbicydów niezależny od stadium rozwojowego buraka cukrowego. W związku z powyższym o powodzeniu stosowania chemicznego zwalczania chwastów w dużej mierze decyduje termin wykonania zabiegów nalistnych. Herbicydy w dawkach dzielonych stosujemy, gdy chwasty znajdują się w stadium liścieni do fazy 2 liści właściwych. W praktyce kolejne zabiegi nalistne, w zależności od warunków klimatyczno-glebowych, wykonuje się w odstępach od 5 do 12 dni. System dawek dzielonych umożliwia stosowanie herbicydów w różnych kombinacjach opartych o gotowe mieszaniny wieloskładnikowe lub w formie mieszanin przygotowywanych samodzielnie bezpośrednio przed zabiegiem. W przypadku gotowej formulacji plantator ma możliwość użycia w jednym zabiegu czterech substancji czynnych, natomiast w mieszankach herbicydowych nierzadko pięciu substancji. Możliwe jest to w oparciu o zarejestrowane programy zwalczania, w których poszczególne koncerny chemiczne doszły do porozumienia pomiędzy sobą lub wykonując samodzielnie mieszaniny, o ile nie jest to zabronione w etykiecie preparatu. W związku z szerokim asortymentem herbicydów dopuszczonych do ochrony buraka przed chwastami i sposobami ich stosowania, w niniejszym opracowaniu zamieszczono dane dotyczące przeglądu substancji czynnych, herbicydów oraz wrażliwości chwastów na dane substancje czynne. Szczegółowe informacje dotyczące stosowania wymienionych herbicydów oraz możliwości łącznego ich stosowania są dostępne na stronie <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>.

6.6. Przegląd substancji czynnych stosowanych w buraku cukrowym

Charakterystykę substancji czynnych herbicydów stosowanych w ochronie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 17.

Tabela 17. Charakterystyka substancji czynnych herbicydów stosowanych w ochronie buraka cukrowego

Substancja czynna	Okres połowicznego rozkładu (DT ₅₀) [dni]	Współczynnik sorpcji (K ₅₀) [ml/g]	Sposób wnikania do roślin	Sposób działania	Sposób stosowania
REGULATORY WZROSTU					
Chlopyralid	14–56	4–6	liście i korzenie	selektywny o działaniu układowym	nalistnie

Tabela 17. Charakterystyka substancji czynnych herbicydów stosowanych w ochronie buraka cukrowego – cd.

Substancja czynna	Okres połowicznego rozkładu (DT ₅₀) [dni]	Współczynnik sorpcji (K ₅₀) [ml/g]	Sposób wnikania do roślin	Sposób działania	Sposób stosowania
INHIBITORY SYNTEZY AMINOKWASÓW					
Triflusaluron metylowy	3	2–77	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY AMINOKWASÓW – inhibitory EPSP					
Glifosat	8–30	1000	przez zielone części roślin	nieselektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY LIPIDÓW					
Chletodym	1–3	–	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Cykloksydym	1–12	10–183	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY LIPIDÓW – pochodne kwasu arylofenoksypropionowego					
Chizalofop-P-etylowy	<1	477	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Chizalofop-P-tefurylu	<1	477	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Fluazyfop-P-butyłowy	< 4 tygodnie	5800	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Haloksyfop-P	60	29–67	liście, korzenie	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Propachizafop	15–26	439	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY WZROSTU SIEWEK – pochodne benzofuranu					
Etofumesat	15–250	97–245	jednoliścienne – pędy, dwuliścienne – korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTEZY – triazinony					
Metamitron	7–70	91–392	korzenie i liście	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie

Tabela 17. cd.

Substancja czynna	Okres połowicznego rozkładu (DT ₅₀) [dni]	Współczynnik sorpcji (K ₅₀) [ml/g]	Sposób wnikania do roślin	Sposób działania	Sposób stosowania
INHIBITORY FOTOSYNTETY – pochodne uracylu					
Lenacyl	82–150	75–254	korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTETY – pochodne kwasu karbaminowego					
Fenmedifam	25	2400	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Desmedifam	34	1500	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTETY – pochodne diazyny					
Chlorydazon	42	89–340	korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo

Źródło: Praczyk 2003

6.7. Charakterystyka herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego

6.7.1. Herbicydy nieselektywne

Charakterystykę herbicydów nieselektywnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego zamieszczono w tabeli 18.

Tabela 18. Charakterystyka herbicydów nieselektywnych stosowanych przed wschodami buraka cukrowego

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Dominator HL 480 SL	glifosat	480	–	–	6
Dominator Green 360 SL		360	–	–	6
Roundup 360 Plus		360	–	–	1
Roundup TransEnergy 450 SL		450	–	–	1

„–” brak danych

6.7.2. Herbicydy selektywne

Charakterystykę herbicydów selektywnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 19.

Tabela 19. Charakterystyka herbicydów selektywnych zalecanych do odchwasczania buraków cukrowych

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Forte 430 SC*	chlorydazon	430	–	–	–
Pyramin 65 WG		650	–	do 25	–
Pyramin Turbo 520 SC		520	–	do 25	–
Burakosat 500 SC*	etofumesat	500	–	–	–
Ethofol 500 SC			–	–	–
Ethosat 500 SC			–	–	–
Etos 500 SC			12	20	–
Fumesate 500 SC			–	–	–
Kemiron Koncentrat 500 SC			12	20	–
Oblix 500 SC*			–	–	–
Venzar 80 WP	lenacyl	80	–	–	–
Iridion 500 SC		500	0	–	–
Venzar 500 SC			–	–	–
Betasana 160 SC	fenmedifam	160	12	25	–
Corzal 157 SE			–	–	–
Auksendy 300 SL	chlopyralid	300	–	–	–
Cliophar 300 SL			–	–	–
Cloe 300 SL			10	25	–
Effigo			–	–	–
Faworyt 300 SL			12	25	6
Golden Clopyralid 300 SL			–	–	–
Helion 300 SL			12	25	6
Hoder 300 SL			–	–	–
Kak Piral 300 SL			–	–	–
Lontrel 300 SL			–	–	–
Songhai 300 SL			–	–	–
Vivendi 300 SL			–	–	–
Cliophar 600 SL		600	8	25	–
Lontrel 600 SL			8	25	–

Tabela 19. Cd.

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Bettix 70 WG	metamitron	700	–	–	6
Burakomitron 70 WG			–	25	–
Burakomitron 700 SC*			–	25	6
Django 700 SC*			–	–	6
Django – One			–	25	6
Domino 700 SC			10	–	6
Goltix 700 SC			10	–	6
Goltix Gold 700 SC*			–	25	–
Goltix S 700 SC			10	–	6
Metafol 700 SC			–	–	–
Metafol Pro			–	–	6
Metlog 700 SC			10	–	6
Metron 700 SC			10	–	6
Target 700 SC			–	–	6
Goltix Compact 90 WG		900	10	–	6
Agria Triflu	triflusulfuron metylu	50	–	20	6
Burafari 50 WG			–	20	6
Safari 50 WG			–	do 20	6
Trilon 50 WG			–	do 20	6
Kosynier 320 SC	chlorydazon + chinomerak	360 + 60	–	do 25	–
Beetup Compact 160 SC*	fenmedifam + desmedifam	80 + 80	12	25	6
Betasana Compact 160 SC*			12	25	6
Safen 160 SC			12	25	6
Sarbeet Duo 160 EC			12	25	6
Belvedere 320 SE		160 + 160	12	20	6
Kemifam Super Koncentrat 320 EC			12	20	6
Safen Compact 160 SC*		80 + 80	12	25	6
Sarbeet Duo 180 EC			12	25	6
Kontakttwin 191 EC*	fenmedifam + etofumesat	97 + 94	12	25	–
Powertwin 400 SC		200 + 200	–	do 25	–
Teamforce 180 EC		100 + 80	–	21	–
Wizard 180 EC			–	21	–

Tabela 19. Charakterystyka herbicydów selektywnych zalecanych do odchwaszczania buraków cukrowych – cd.

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Agent 180 EC	fenmedifam + desmedifam + etofumesat	60 + 60 + 60	12	25	6
Akord 180 OF			12	25	6
Beetup Trio 180 SC			12	20	–
Saherb 180 SC			12	20	–
Beta Team 250 SE		75 + 25 + 150	–	21	–
Triple 250 SE			–	21	–
Beta 274 EC	fenmedifam + desmedifam + etofumesat	91 + 71 + 112	12	20	–
Betanal Elite 274 EC			12	20	–
Belvedere Forte 400 SE		100 + 100 + 200	12	20	–
Betanal MaxxPro 209 OD	fenmedifam + desmedifam + etofumesat + lenacyl	60 + 47 + 75 + 27	12	20	–
Goltix Titan 565 SC	metamitron + chinomerak	525 + 40	–	–	–
Kezuro SC		571 + 71	–	25	–
Bettix Combi 500 SC	metamitron + etofumesat	350 + 150	10	–	–
Oblix MT 500 SC			10	–	–
Torero 500 SC			10	–	–

„–” brak danych

*herbicydy zalecane do stosowania w uprawie buraka pastewnego

Źródło: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>

6.7.3. Graminicydy

Charakterystykę graminicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 20.

Tabela 20. Charakterystyka graminicydów zalecanych do odchwaszczania buraków cukrowych

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Achiba 05 EC*	chizalofof-P-etylu	50	–	27	–
Elegant 05 EC*			–	27	3
Labrador 05 EC*			–	27	3
Labrador Extra 50 EC*			–	27	3
Labrador Pro			–	27	3
Lampart 05 EC			–	27	3
Leopard Extra 05 EC			–	27	3
Quabil 5 EC*			–	27	3
Quick 05 EC*				27	3
Supero 05 EC			–	27	3
Targa Super 05 EC*			–	27	3
Taurus 05 EC*			–	27	3
Wizjer 50 EC			–	27	3
Buster 100 EC	chizalofof-P-etylu	100	–	27	3
Digator 100 EC			–	27	3
Grasser 100 EC			–	27	3
Investo 100 EC			–	27	3
Jenot 100 EC			–	27	3
Pilot 10 EC			–	27	2
Pilot Max 10 EC*			–	27	3
Superb 100 EC			–	27	3
Szogun 10 EC*			–	27	3
Targa 10 EC*			–	27	3
Targa Max 10 EC			–	27	2
Bagira	chizalofof-P-tefurylu	40	–	27	6
Bagira 040 EC			–	27	1
Grapan Extra 40 EC			–	27	6
Pantera 040 EFC			–	27	6
Centurion Plus	chletodym	120	–	–	1
Selekt Super 120 EC			–	–	1
Focus Ultra 100 EC	cykloksydym	100	–	–	–

Tabela 20. Charakterystyka graminicydów zalecanych do odchwszczania buraków cukrowych – cd.

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej [g, kg/l]	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min.	max	
Fusilade Forte 150 EC*	fluazyfop-P-butylowy	150	–	27	1
Trivko*		125	–	27	1
Gallant Super 104 EC	haloksyfop-P	104	8	27	1
Perenal 104			8	27	1
Agil 100 EC	propachizafop	100	–	27	1
Bosiak 100 EC			–	27	1
Vima Propachizafop*			–	27	1

„–” brak danych

*herbicydy zalecane do stosowania w uprawie buraka pastewnego

Źródło: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>

6.7.4. Wrażliwość chwastów na herbicydy

Wrażliwość chwastów na herbicydy stosowane w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 21.

Tabela 21. Wrażliwość chwastów na herbicydy

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Chlorydazon	Forte 430 SC* Pyramin 65 WG Pyramin Turbo 520 SC	dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik perski, rdest plamisty, rdest ptasi, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne
Etofumesat	Burakosat 500 SC* Ethofol 500 SC Ethosat 500 SC Etos 500 SC Fumesate 500 SC Kemiron Koncentrat 500 SC Oblix 500 SC*	bodziszek drobny, gwiazdnica pospolita, przytulia czepna
Lenacyl	Venzar 80 WP Iridion 500 SC Venzar 500 SC	fiołek polny, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik perski, rdest powojowy, rumian polny, samosiewy rzepaku, tasznik pospolity

Tabela 21. Cd.

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Fenmedifam	Betasana 160 SC Corzal 157 SE	gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, poziomnik szorstki, tobołki polne
Chlopyralid	Auksendy 300 SL Cliophar 300 SL Cloe 300 SL Effigo Faworyt 300 SL Golden Clopyralid 300 SL Helion 300 SL Hoder 300 SL Kak Piral 300 SL Lontrel 300 SL Songhai 300 SL Vivendi 300 SL Cliophar 600 SL Lontrel 600 SL	chaber bławatek, maruna bezwonna, ostrożeń polny, psianka czarna, rdest plamisty, rumian polny, rumianek pospolity, żóltlica drobnokwiatowa
Metamitron	Bettix 70 WG Burakomitron 70 WG Burakomitron 700 SC* Django 700 SC* Django – One Domino 700 SC	dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik polny, rdest plamisty, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żóltlica drobnokwiatowa
Triflusaluron metylu	Goltix 700 SC Goltix Gold 700 SC* Goltix S 700 SC Metafol 700 SC Metlog 700 SC Metron 700 SC Target 700 SC Goltix Compact 90 WG Agria Triflu Burafari 50 WG Safari 50 WG Trilon 50 WG	fiołek polny, jasnota różowa, komosa biała, maruna bezwonna, przetacznik perski, psianka czarna, rumian polny, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity

Tabela 21. Wrażliwość chwastów na herbicydy – cd.

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Chlorydazon + chinomerak	Kosynier 320 SC	dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik polny, przytulia czepna, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żóltlica drobnokwiatowa, rdest powojowy, fiołek polny, przetacznik perski, kurzyślak polny
Fenmedifam + desmedifam	Beetup Compact 160 SC* Betasana Compact 160 SC* Safen 160 SC Sarbeet Duo 160 EC Belvedere 320 SE Kemifam Super Koncentrat 320 EC Safen Compact 160 SC* Sarbeet Duo 180 EC	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne
Fenmedifam + etofumesat	Kontakttwin 191 EC* Powertwin 400 SC Teamforce 180 EC Wizard 180 EC	bieluń dziedzierzawa, dymnica pospolita, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, poziomnik szorstki, przytulia czepna, psianka czarna, pokrzywa żegawka, przetaczniki, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice
Fenmedifam 60 + desmedifam 60 + etofumesat 60	Agent 180 EC Akord 180 OF Beetup Trio 180 SC Saherb 180 SC	bieluń dziedzierzawa, dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, poziomnik szorstki, przetaczniki, przytulia czepna, psianka czarna, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa

Tabela 21. Cd.

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Fenmedifam 91 + desmedifam 71 + etofumesat 112	Beta 274 EC Betanal Elite 274 EC	bieluń dziedzierzawa, dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, komosy, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, poziomnik szorstki, przetaczniki, przytulia czepna, psianka czarna, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice
Fenmedifam 75 + desmedifam 25+ etofumesat 150	Beta Team 250 SE Triple 250 SE	fiołek polny, komosa biała, kurzyślak polny, przetacznik polny, rdest plamisty, rdest powojowy, szarłat szorstki, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
Fenmedifam 60 + desmedifam 47 + etofumesat 75 + lenacyl 27	Betanal MaxxPro 209 OD	fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, maruna bezwonna, mlecz polny, przetacznik perski, przytulia czepna, psianka czarna, rdest plamisty, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
Metamitron + etofumesat	Bettix Combi 500 SC Oblix MT 500 SC Torero 500 SC	fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, kurzyślak polny, przetacznik perski, przytulia czepna, psianka czarna, rdest plamisty, rdest powojowy, szarłat szorstki, tobołki polne
Fenmedifam + etofumesat	Kontakttwin 191 EC Powertwin 400 SC Teamforce 180 EC Wizard 180 EC	bieluń dziedzierzawa, dymnica pospolita, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, poziomnik szorstki, przytulia czepna, psianka czarna, pokrzywa żegawka, przetaczniki, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice

Tabela 21. Wrażliwość chwastów na herbicydy – cd.

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Fenmedifam + desmedifam	Beetup Compact 160 SC* Betasana Compact 160 SC* Safen 160 SC Sarbeet Duo 160 EC Belvedere 320 SE Kemifam Super Koncentrat 320 EC Safen Compact 160 SC* Sarbeet Duo 180 EC	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne
Chizalofop-P-etylu	Achiba 05 EC* Elegant 05 EC * Labrador 05 EC* Labrador Extra 50 EC* Labrador Pro Lampart 05 EC Leopard Extra 05 EC Quabil 5 EC* Quick 05 EC* Supero 05 EC Targa Super 05 EC* Taurus 05 EC* Wizjer 50 EC Buster 100 EC Digator 100 EC Grasser 100 EC Jenot 100 EC Pilot 10 EC Pilot Max 10 EC* Superb 100 EC Szogun 10 EC* Targa 10 EC * Targa Max 10 EC	samosiewy zbóż, chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, włośnica sina, włośnica zielona, wyczyniec polny, życice, perz właściwy, wiechlina zwyczajna
Chizalofop-P-tefurylu	Bagira Bagira 040 EC Grapan Extra 40 EC Pantera 040 EFC	chwastnica jednostronna, paluszники, włośnica sina, włośnica zielona, samosiewy zbóż w rzepaku ozimym, miotła zbożowa, owies głuchy, stokłosy, wyczyniec polny, perz właściwy

Tabela 21. Cd.

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
Chletodym	Centurion Plus Selekt Super 120 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, perz właściwy, samosiewy zbóż
Cykloksydym	Focus Ultra 100 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, samosiewy zbóż, włośnica sina, włośnica zielona, perz właściwy
Fluazyfop-P-butylowy	Fusilade Forte 150 EC* Trivko*	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, perz właściwy
Haloksyfop-P	Perenal 104 Gallant Super 104 EC	samosiewy zbóż, chwastnica jednostronna, owies głuchy, wyczyniec polny, perz właściwy, wiechlina roczna
Propachizafop	Agil 100 EC Bosiak 100 EC Vima Propachizafop*	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, perz właściwy, samosiewy zbóż, włośnica sina, włośnica zielona, wyczyniec polny, życice

*herbicydy zalecane do stosowania w uprawie buraka pastewnego

6.8. Dobór substancji czynnych

W ochronie buraka cukrowego przed zachwaszczeniem decydującą rolę odgrywa umiejętny dobór substancji czynnej herbicydu dostosowany do fazy rozwojowej chwastów (tab. 22).

Tabela 22. Dobór substancji czynnej herbicydów do zwalczania niektórych gatunków chwastów w uprawie buraka cukrowego

Chwasty	Substancja czynna herbicydu
Rumian polny	chlorydazon (stadium kielkowania), chlopyralid (do stadium rozety)
Rumianek pospolity	chlopyralid (do stadium rozety)
Maruna bezwonna	chlorydazon (stadium kielkowania), triflusalufuron metylowy (stadium liścieni do 2 liści właściwych), chlopyralid (do stadium rozety)
Samosiewy rzepaku	metamitron (doglebowo, kielkowanie chwastu) triflusalufuron metylowy (liścienie, para liści)

6.9. Zwalczanie chwastów jednoliściennych

Pomimo że niektóre substancje czynne herbicydów wykazują biologiczną skuteczność w stosunku do chwastów jednoliściennych jednorocznych w fazie liśnieni (etofumesat, lenacyl), to w praktyce zachodzi konieczność zastosowania specyficznych środków zwalczających gatunki jednoliścienne (powszechnie nazywanych graminicydami). Graminicydy są całkowicie selektywne w fazie 2 liści właściwych buraka cukrowego – wcześniejszy zabieg może powodować hamowanie wzrostu buraka (Praczyk 2003). Skuteczne działanie tych herbicydów warunkuje wykonywanie zabiegów ochronnych w ściśle określonej fazie rozwojowej chwastów (dla gatunków jednorocznych – stadium 2–4 liści, dla perzu właściwego faza 4–6 liści w granicach 15–20 cm). Graminicydy stosuje się do momentu zakrycia nie więcej niż 50% międzyrzędzi przez rośliny buraka cukrowego.

6.10. Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami

Większość herbicydów w uprawie buraka cukrowego stosujemy w formie zabiegów nalistnych. Uzyskanie wysokiej biologicznej skuteczności tych zabiegów uzależnione jest od: rodzaju i dawki herbicydu, gatunku chwastu i jego fazy rozwojowej, warunków pogodowych oraz od jakości wody wykorzystywanej do sporządzenia cieczy użytkowej. Polepszenie skuteczności zwalczania chwastów możemy uzyskać przez zastosowanie herbicydów łącznie z adiuwantami. Dodatek adiuwantów do cieczy opryskowej wpływa na:

- obniżenie napięcia powierzchniowego cieczy użytkowej, dzięki czemu następuje lepsze zwilżenie powierzchni opryskiwanych roślin,
- zwiększenie ilości pobranej substancji czynnej,
- neutralizowanie antagonistycznych dla działania herbicydu jonów obecnych w wodzie służącej do sporządzenia cieczy roboczej.

Stosowanie adiuwantów jest szczególnie korzystne w niesprzyjających warunkach pogodowych oraz w zwalczaniu chwastów średnio wrażliwych na daną substancję czynną herbicydu. Natomiast w sprzyjających warunkach pogodowych łączne stosowanie tych środków pozwala zredukować dawkę herbicydu o 25% bez utraty efektywności zwalczania chwastów. Szczegółowe informacje odnośnie możliwości łącznego stosowania herbicydów z adiuwantami znajdują się w etykietach stosowania poszczególnych środków ochrony roślin.

6.11. Zwalczanie chwastów za pomocą mikrodawek

Istotą tego systemu jest obniżenie dawki herbicydu (lub mieszanki herbicydowej) stosowanej łącznie z adiuwantem. W mieszankach herbicydowych wy-

korzystuje się kilka wzajemnie uzupełniających się substancji czynnych (fen-medifam, desmedifam, etofumesat, chlopyralid oraz triflusaluron metylowy) stosowanych łącznie z adiuwantem (Woźnica i wsp. 2007; Idziak i wsp. 2009). Zabiegi herbicydowe wykonuje się na pojawiające się chwasty w fazie liścieni, co zwykle następuje w odstępie 6–10 dni po uprzednio wykonanym zabiegu. W systemie tym liczba przeprowadzonych zabiegów jest większa od liczby zabiegów w systemie dawek dzielonych, natomiast zaletą stosowania mikrodawek jest znaczna redukcja kosztów poniesionych na ochronę plantacji buraków cukrowych (zmniejszenie ilości stosowanych herbicydów) oraz ograniczenie ujemnych skutków intensyfikacji na środowisko naturalne (Krawczyk i wsp. 2007).

6.12. Integracja metod zwalczania

Walka z chwastami w integrowanej metodzie zwalczania chwastów powinna polegać nie tylko na likwidowaniu bezpośredniego ich zagrożenia, ale również na wykorzystaniu wszelkich metod zapobiegawczych. Według licznych autorów w integrowanych metodach zapobiegania zachwaszczeniu należy przyjąć zasadę ciągłej walki z chwastami we wszystkich roślinach zmianowania z uwzględnieniem zalecanych metod oraz ochrony środowiska (Dobrzański i Adamczewski 2009).

6.13. Zachwaszczenie wtórne

Plantacje buraków cukrowych po skończonym chemicznym zwalczaniu chwastów, a przed zwarciem międzyrzędzi, narażone są na wystąpienie zachwaszczenia wtórnego. Na plantacji buraków cukrowych powoduje ono straty plonu korzeni i cukru, utrudnia zbiór buraków cukrowych, obniża jakość dostarczanego surowca oraz dostarcza do gleby nowy zapas nasion.

Zachwaszczenie wtórne jest uzależnione od następujących czynników:

- sezonowości pojawiania się poszczególnych gatunków chwastów (długość dnia),
- niskiego poziomu agrotechniki,
- wprowadzenia zminimalizowanej uprawy gleby,
- warunków atmosferycznych (intensywne opady, susza, niskie temperatury),
- od opóźnienia terminu wykonania zabiegów herbicydowych.

Zachwaszczeniu wtórnemu przeciwdziałają:

- precyzyjna agrotechnika (uprawa gleby, siew i nawożenie),
- przedplon: bobowate, zboża, ziemniaki, w których zapewniono wysoki poziom zwalczania chwastów,
- zwiększenie dawki herbicydu w ostatnim zabiegu,

- dodatkowy zabieg nalistny,
- dodatek do stosowanych programów zwalczania substancji czynnych działających przez glebę.

6.14. Metody ograniczenia zjawiska odporności chwastów na herbicydy

Powszechne stosowanie herbicydów oraz wprowadzone uproszczenia w zmianowaniu, uprawie roli oraz pielęgnacji mechanicznej przyczyniły się do nagromadzenia w uprawach rolniczych chwastów odpornych w obrębie gatunku dotychczas uznawanego za wrażliwy na daną substancję czynną. Tempo i trwałość tego procesu zależy od częstotliwości stosowania herbicydów należących do tych samych grup chemicznych (Woźnica 2008). Jak dotychczas na terenie Polski nie stwierdzono biotypów chwastów odpornych na działanie substancji czynnych herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego. Do grup chemicznych szczególnie narażonych na proces uodparniania się chwastów ze względu na powszechność stosowania w uprawach rolniczych, w tym także w buraku cukrowym, należą herbicydy sulfonylomocznikowe oraz graminicydy.

Zmniejszenia ryzyka powstania odporności chwastów na herbicydy można osiągnąć przez:

- rotację upraw,
- ograniczenie liczby zabiegów wykonywanych takim samym herbicydem lub innym o podobnym mechanizmie działania na chwasty,
- stosowanie mieszanin herbicydów o różnych mechanizmach działania,
- stosowanie herbicydów na chwasty w okresie ich największej wrażliwości,
- stosowanie herbicydów w dawkach gwarantujących całkowite zniszczenie chwastów,
- w przypadku obniżenia dawek dodawanie adiuwantów,
- uwzględnienie w systemie zwalczania chwastów zabiegów mechanicznych,
- stosowanie herbicydów nieselektywnych przed wschodami rośliny uprawnej,
- zwalczanie chwastów pozostałych na polu po zastosowaniu metody chemicznej.

W niniejszym rozdziale przedstawiono metodykę integrowanego zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego. Zaprezentowane niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia powinny być także uwzględnione na plantacjach buraka pastewnego. Wyjątek stanowi chemiczne zwalczanie z powodu niewielkiej liczby herbicydów zarejestrowanych dla ochrony buraka pastewnego. W zamieszczonych tabelach herbicydy przeznaczone do ochrony plantacji buraka pastewnego zaznaczono (*).

6.15. Burakochwasty

6.15.1. Cechy burakochwastów

Na skutek przekrzyżowania materiałów hodowlanych buraka cukrowego z dzikimi jednorocznymi gatunkami buraka w rejonach reprodukcji nasion (Basen Morza Śródziemnego) powstały rośliny mieszańcowe, tzw. burakochwasty. Niemal w każdej partii nasion spotykamy wspomniane mieszańce. Zgodnie z normą nie może być ich więcej niż 0,05%, czyli do 50 sztuk na 100 000 nasion. Zwykle są to jednak ilości o wiele niższe, bowiem partie nasion zanieczyszczone w dużym stopniu materiałem mieszańcowym są eliminowane przez hodowców w trakcie przygotowywania nasion do otoczko-
wania.

Burakochwasty wykazujące typowy dla tej grupy roślin wygląd charakteryzują się cienkim korzeniem głównym, z którego wyrasta duża liczba korzeni bocznych, rosnących prostopadle do linii osi korzenia głównego. Burakochwasty tworzą zwykle wiele mocno rozgałęzionych pędów kwiatowych wyrastających bezpośrednio z głowy korzenia. Wchodzą szybko w okres kwitnienia, nawet już pod koniec czerwca, a ich drobne kwiaty wydzielają charakterystyczny słodkawo miodowy zapach. Często na łodygach pędów nasiennych, w kątach liściowych i miejscach wyrastania pędów bocznych, można zaobserwować czerwone lub czerwono-fioletowe przebarwienia. W zależności od panującej pogody pierwsze nasiona (zawsze są to kłębki wielonasienne) zaczynają dojrzewać już pod koniec lipca. Dojrzałe nasiona osypują się wskutek działania różnych czynników atmosferycznych (deszcz, silny wiatr).

6.15.2. Szkodliwość i zwalczanie burakochwastów

Burakochwasty stanowią poważne zagrożenie na plantacjach produkcyjnych. Osypujące się nasiona (nawet do 9 tys. z jednej rośliny) mogą zachować zdolność kiełkowania przez kilkanaście lat. W uprawach innych niż burak cukrowy nie stanowią żadnego zagrożenia, gdyż są skutecznie niszczone przez herbicydy. Natomiast na plantacji buraka można pozbyć się ich tylko w sposób mechaniczny, praktycznie przez ręczne usunięcie. Ważne jest, by nie dopuścić do wytworzenia i osypania się nasion. Jeżeli wyrwane są rośliny młode, można pozostawić je w polu, pod warunkiem że nie będą mogły ponownie się ukorzenieć. Zamiast wyrwać, burakochwasty można wycinać, ale nisko, poniżej rozety liściowej. Odchwaszczanie najlepiej wykonać tuż przed zwraniem międzyrzędzi (BBCH 39), kiedy burakochwasty są już dobrze widoczne. W późniejszym okresie nasienniki muszą zostać wyrwane i usunięte z pola. Nie wolno obłamywać pędów nasiennych, ponieważ burakochwasty szybko wykształcą kolejne pędy

boczne, które często wykazują tendencję do płożenia się przy glebie, co znacznie utrudnia ich dostrzeżenie.

Na bardzo silnie zachwaszczonym polu rozwiązaniem problemu burako-chwastów może być wprowadzenie systemu CONVISO (<https://www.conviso-smart.pl/>).

7. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB BURAKA

7.1. Wprowadzenie

Elementy integrowanej ochrony buraka przed chorobami były i są sukcesywnie wprowadzane przez okres ostatnich kilkudziesięciu lat. Jest to podyktowane zapotrzebowaniem przemysłu cukrowniczego na surowiec zdrowy, o wysokiej zawartości cukru i jednocześnie o niskiej zawartości melasotworów (azotu, sodu i potasu). Zapobieganie występowaniu chorób i prawidłowa ochrona buraka przed nimi stanowi jeden z podstawowych warunków uzyskania korzeni buraka o pożądanych cechach i jednocześnie decyduje o wysokiej dochodowości i opłacalności uprawy dla plantatora. Służby surowcowe cukrowni od lat prowadzą stały monitoring sytuacji na plantacjach i powiadamiają plantatorów o pojawiającym się zagrożeniu w danym rejonie produkcji. Informacje takie przesyłane są obecnie jako wiadomość SMS-owa oraz umieszczane na internetowych stronach plantatorskich poszczególnych koncernów, co ogromnie przyspiesza przepływ informacji pomiędzy cukrownią a plantatorem. Ostrzeżenia są sygnałem dla rolników do rozpoczęcia systematycznego lustrowania plantacji i do wykonania na tej podstawie zabiegów ochronnych – w momencie do tego najodpowiedniejszym. Dotyczy to przede wszystkim chwościka.

System integrowanej ochrony roślin przed chorobami oparty jest na wykorzystywaniu i współdziałaniu wszystkich metod służących zapobieganiu występowania chorób i ograniczających ich rozwój. Przede wszystkim wykorzystuje się w nim wszystkie metody niechemiczne, obejmujące prawidłową agrotechnikę oraz uprawę odmian odpornych na choroby. Dobrze rozwijające się rośliny w warunkach sprzyjających ich wzrostowi w pełni wykorzystują swój potencjał biologiczny, wytwarzają naturalne bariery obronne przed patogenami i są mniej podatne na ich działanie. Metody chemiczne w systemie ochrony integrowanej są rozwiązaniem stosowanym dopiero w sytuacjach, kiedy inne działania okazują się mało skuteczne.

Podstawą do wykonania zabiegu ochronnego jest umiejętność rozpoznawania sprawców choroby, znajomość biologii i warunków sprzyjających ich rozwojowi (tab. 23 i 24), a także, o ile takie są wyznaczone, znajomość progów szkodliwości (tab. 25).

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób buraka cukrowego

Choroba	Cechy diagnostyczne
Zgorzel przedwzrostowa siewek – <i>Pythium ultimum</i> , <i>P. irregulare</i> , <i>P. aphanidermatum</i> (fot. 14)	Patogeny porażają w najwcześniejszych fazach rozwoju buraka, uszkodzeniom ulegają kielki i rośliny do stadium liścieni. Chorobie sprzyjają niskie temperatury, zaskorupienie gleby, zbyt głęboki siew, opady. Jedynie <i>P. aphanidermatum</i> rozwija się przy wyższych temperaturach, stąd możliwe jest jego występowanie także w późniejszych fazach rozwojowych buraka. Z plam gnilnych rozwijających się na korzeniach starszych roślin izoluje się także pozostałe gatunki <i>Pythium</i> spp. Efektem wystąpienia zgorzeli przedwzrostowej są ubytki w obsadzie. Choroba może występować placowo. Ze względu na powszechne zaprawianie nasion, zgorzel przedwzrostowa nie stanowi istotnego problemu.
Zgorzel siewek – <i>Aphanomyces cochlioides</i> (fot. 15)	W stadium wyrosniętej siewki lub młodej rośliny (1–2 pary liści właściwych) pojawiają się wodniste, brązowawe ściemnienia na hypokotylu, który następnie czernieje. Hypokotyl traci turgor, siewka „kładzie się” na powierzchni gleby i zasycha. W przypadku porażenia rośliny z wykształconą pierwszą i kolejnymi parami liści, uszkodzona tkanka tworzą czernieje i dochodzi do powstania charakterystycznego przewężenia pod rozetą liściową, a objawy chorobowe często obejmują także nasady liścieni. Zdrowa pozostaje jedynie pierwotna wiązka przewodząca, która utrzymuje rozwijającą się rozetę liściową do momentu, w którym obłamuje się ona na skutek własnego ciężaru. W przypadku suszy tak porażone rośliny zasychają. Moment obłamywania się lub zasychania rozet liściowych jest znacznie opóźniony w stosunku do momentu infekcji i rozwoju choroby na danej roślinie. Niekiedy chore rośliny przeżywają i wtedy w górnej części korzenia obserwowane jest wyraźne przewężenie. Choroba zazwyczaj pojawia się w czasie, gdy nie występuje już ochronne działanie fungicydów zawartych w otocze. Sprzyja jej zbyt częste występowanie buraka w płodozmianie i zakwaszenie gleby. Zazwyczaj też wczesny kontakt rośliny z patogenem może zaowocować rozwojem zgnilizny korzenia w późniejszych stadiach rozwojowych buraka (zgnilizna wierzchołkowa).
Zgorzel siewek – <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Rhizoctonia</i> spp. (fot. 16)	Hypokotyl porażonych siewek początkowo brązowieje, następnie brunatnieje, a porażona roślina przewraca się. Zmiany chorobowe mogą obejmować korzeń, hypokotyl lub mogą rozciągać się na obu tych częściach siewki. Część siewek wykazuje obecność brązowawych plamek na korzonku. Grzyb występuje w wielu formach, spośród których tylko niektóre porażają buraka. Zwykle na siewkach rozwijają się inne formy niż na roślinach wyrosniętych. W niektórych przypadkach możliwe jest spowolnienie rozwoju siewek, bez widocznych objawów chorobowych w postaci plam, co następuje na skutek obecności patogena w glebie. Zmiany chorobowe początkowo obejmują hypokotyl, w końcu cała roślina ciemnieje i zasycha.

Tabela 23. Cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
Bakteryjna plamistość liści – <i>Pseudomonas</i> <i>syringae</i> var. <i>aptata</i> (fot. 17)	Początkowo pojawia się nekroza na brzegu blaszki liściowej. W miarę rozwoju choroby objawy postępują w głąb blaszki liściowej wzdłuż wiązek przewodzących. Niekiedy obejmują znaczną część powierzchni liścia i sięgają aż do głównego nerwu. Na powierzchni liścia, pomiędzy nerwami, pojawiają się przyżółcenia oraz plamistości o bardzo zróżnicowanych kształtach, od niewielkich, nieomal kolistych do dużych i niekształtnych. Plamy są brunatno zabarwione, niekiedy otoczone lekko czerwienią lub brunatną obwódką (duże podobieństwo do plamistości powodowanych przez chwościka lub brunatną plamistość liści). Tkanka wewnątrz plam jest wilgotna i sprawia wrażenie gnijącej. Fragmenty blaszki zniszczone przez bakterie w późniejszym okresie wysychają i wykruszają się, co prowadzi do zmian w kształcie liścia.
Mączniak rzekomy – <i>Peronospora</i> <i>farinosa</i> f. sp. <i>betae</i> (fot. 18)	W pierwszej kolejności porażane są liście sercowe i środkowe. Zmieniają kolor na jasnozielony, stają się mięsiste, kruche i ograniczone w rozwoju. Niekiedy następuje ich silna deformacja, a cały liść nabiera lirowatego kształtu. Rozwijająca się grzybnia tworzy fioletowawy nalot. Chore fragmenty liści brązowieją, a w przypadku wysokiej wilgotności ulegają czernieniu i gniciu.
Brunatna plamistość liści – <i>Ramularia</i> <i>beticola</i> (fot. 19)	Początkowo na najstarszych, a potem na kolejnych okółkach liści, pojawiają się brunatnoszare, nieregularne plamistości o średnicy 4–7 mm (niekiedy do 15 mm). Na skutek rozwoju choroby następuje zasychanie fragmentów, a następnie całych blaszek liściowych. Zamarła tkanka wewnątrz plam może pękać i wykruszać się. Masowo tworzone w obrębie plam konidia pokrywają ich powierzchnię delikatnym białym nalotem. Chore rośliny zwykle występują w skupieniach po kilka, kilkanaście sztuk.
Mączniak prawdziwy – <i>Erysiphe</i> <i>betae</i> (fot. 20)	Na liściach pojawiają się drobne, białe skupiska grzybni. Występują one zarówno na dolnej, jak i górnej powierzchni liści. Początkowo na starszych okółkach, potem także na młodych. Plamy łączą się w większe skupienia, aby po pewnym czasie pokryć całą powierzchnię liścia. Porażone rośliny buraka wyglądają jakby były obsypane mąką.
Chwościk buraka – <i>Cercospora</i> <i>beticola</i> (fot. 21)	Pierwsze objawy chwościka pojawiają się na liściach zewnętrznych okółków buraka. Są to brunatnoszare, okrągłe plamki o średnicy 0,5–6 mm (najczęściej od 2–5 mm) otoczone czerwoną, brunatnoczerwoną, niekiedy brunatną obwódką. W miarę rozwoju choroby porażane są kolejne, coraz młodsze liście. Plamki łączą się i powodują zasychanie fragmentów blaszki. Powstające nekrozy z czasem obejmują całą powierzchnię liścia. Także na ogonkach liściowych mogą wystąpić nekrotyczne plamy. Za zmiany w tkance żywiciela odpowiadają toksyny produkowane przez patogena, które uaktywniane są przez promieniowanie słoneczne. Z tego powodu przy dłuższych okresach pochmurnej pogody, mimo porażenia liści przez <i>C. beticola</i>, ekspresja objawów i rozwój choroby są spowolnione. W przypadku silnych infekcji dochodzi do zniszczenia ulistnienia, które porażone rośliny zaczynają intensywnie odbudowywać. Dzieje się to kosztem wzmoczonego rozkładu zgromadzonego w korzeniu cukru, który odtransportowany jest do tworzących się liści. Postępujący proces zakażenia i zasychania kolejnych liści oraz tworzenia nowych prowadzi do powstania charakterystycznej stożkowatej głowy korzeni. W rezultacie następuje zahamowanie przyrostu ich masy, przy jednoczesnym obniżaniu się zawartości cukru i jakości technologicznej soku.

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób buraka cukrowego – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
Zgnilizna brunatna korzenia – <i>Rhizoctonia solani</i> (fot. 22)	Chore rośliny występują przeważnie placowo. Pierwsze widoczne na plantacji objawy choroby to utrata turgoru przez liście. Objawy te występują na silnie zniszczonych przez chorobę roślinach. Natomiast na korzeniach pierwsze zmiany chorobowe to pojawiające się na ich bocznych powierzchniach brunatne przebarwienia. W miarę rozwoju choroba opanowuje coraz głębsze tkanki, które czernieją. Chore tkanki lekko zapadają się i pękają. W miarę rozwoju choroby uszkodzeniu ulegają także głowa i nasady ogonków liściowych, które również zaczynają gnić. Natomiast wierzchołek korzenia najdłużej pozostaje zdrowy. W obrazie mikroskopowym łatwo można wyróżnić charakterystyczne strzępki grzyba na tle komórek roślinnych. Korzenie z plantacji silnie porażonych przez zgnilizny nie powinny być długo magazynowane, gdyż stanowią źródło infekcji i gnicia korzeni w przyzmiu.
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia – <i>Aphanomyces cochlioides</i> (fot. 23)	Infekcje powodowane przez <i>A. cochlioides</i> pojawiają się na bocznych powierzchniach korzeni, tuż poniżej głowy buraka, często w obrębie bruzdy. Porażona tkanka początkowo brązowieje, w miarę rozwoju choroby patogen opanowuje tkanki głębiej położone, zniszczona powierzchnia pęka i murszeje. Porażona tkanka stopniowo ciemnieje. Wielokrotnie obserwowane jest także gnicie korzeni od wierzchołka w kierunku głowy. Gniciu może ulec cała podziemna część korzenia, natomiast niezniszczona pozostaje część znajdująca się ponad powierzchnią gleby. Korzenie po wykopaniu wykazują znaczne uszkodzenia części korzenia znajdującego się w glebie i łatwo się obłamują. W takim przypadku rozeta liściowa może tracić turgor, żółknąć i zasychać lub, gdy w glebie jest wystarczająca ilość wilgoci, długo nie wykazywać żadnych zmian chorobowych. W drugiej połowie sierpnia chorobę obserwowano także jako powierzchniową suchą zgniliznę w obrębie górnej części korzenia. W przypadku ustąpienia warunków sprzyjających aktywności patogena na wczesnym etapie rozwoju choroby proces ten może ulec zatrzymaniu. W takich przypadkach, w miejscach wnikania patogena, tworzy się skorkowiała tkanka pokrywająca miejsce infekcji, rany ulegają zabliznieniu, a powierzchnia korzenia zwykle wykazuje pofałdowania i zniekształcenia.
Zgnilizna kopcowa – <i>Rhizopus arrhizus</i> Fisher	Charakterystycznym miejscem pojawiania się tego patogena są kopce, jednak występuje on sporadycznie już w warunkach uprawy polowej, skąd może zostać zawleczony do kopców lub przyzmi. W polu choroba rozwija się placowo, może początkowo przypominać objawy powodowane przez <i>R. solani</i> . Rośliny porażone przez <i>R. arrhizus</i> wykazują się żółknięciem zewnętrznych liści w rozecie aż do ich całkowitego zaschnięcia, kolejno zasychają następne liście, co prowadzi do zamarcia rośliny. Objawy występujące na liściach są efektem uszkodzenia korzeni, na których rozwija się choroba. Zainfekowane korzenie gniją, a gnijąca tkanka przybiera charakterystyczne szare zabarwienie. Z takich korzeni daje się wyczuć początkowo zapach etanolu, a następnie acetonu, spowodowane jest to zdolnością patogena do prowadzenia fermentacji alkoholowej. Na porażonych korzeniach oraz w obrębie przylegającej do nich gleby rozwija się biała, dość puszysta grzybnia. Objawy chorobowe powodowane przez <i>R. arrhizus</i> występują tylko przy współistnieniu specyficznych warunków prowadzących do osłabienia roślin buraka.

Tabela 23. Cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
Zgnilizna kopcowa – <i>Rhizopus arrhizus</i> Fisher (fot. 24)	Niezbędne jest występowanie wysokich temperatur w ciągu dnia (powyżej 30°C) koniecznych do rozwoju patogena oraz pojawienie się specyficznych wrót infekcji, np. uszkodzeń powodowanych przez szkodniki glebowe. Sprzyjającym warunkiem rozwoju choroby jest także susza będąca zwykle efektem wysokich temperatur. Odmiany buraka mogą cechować się różną podatnością na ten typ uszkodzeń.
Parch zwykły i parch pasowy – <i>Streptomyces scabies</i> , <i>Streptomyces</i> spp. (fot. 25)	Objawy parcha zwykłego oraz parcha pasowego wstępują częściej po wcześniejszej uprawie ziemniaka. Na korzeniach buraka obserwowane są plamy pokryte skorkowaciałą tkanką. Plamy zwykle liczniej występują w rejonie bruzdy, często są dość rozległe, nieregularne, lub mają postać zarówno cienkich, jak i szerszych pasków obejmujących tylko część korzenia bądź biegnących dookoła. Najczęściej obserwowana jest postać płaska parcha, ale możliwe jest także pojawienie się plam wypukłych lub lekko wklęsłych. Tkanka w obrębie takich zmian nie ulega gniciu, ale może stanowić wrota infekcji dla innych patogenów odglebowych, szczególnie dla <i>A. cochliformis</i> . Wspólne wystąpienie promieniowców oraz <i>A. cochliformis</i> zwykle sprzyja gniciu korzeni powodowanemu przez <i>A. cochliformis</i> . Niewielkie plamy parchowe występujące na powierzchni korzeni nie stanowią zagrożenia, a nawet mogą być skorelowane z nieco większą zawartością cukru w tkankach.
Guzowatość korzeni – sprawca nieznany (fot. 26)	Choroba jak dotąd odnotowana tylko w Polsce. Na głowie korzenia pojawiają się liczne drobne guzki, niekiedy do 1–2 cm. Zaatakowane korzenie mają często głowy wydłużone, a guzki występują tylko powyżej gleby, także pomiędzy nasadami ogonków liściowych. Zniekształcone korzenie występują sporadycznie. Jak dotąd obserwowano je na Kujawach, w okolicach Torunia, Kłodawy i Lublina. Chore korzenie mają znacznie obniżoną zawartość cukru (nawet do 6%) i podwyższoną zawartość melasotworów. O stwierdzeniu objawów należy niezwłocznie poinformować TSD IOR – PIB w Toruniu.
Rizomania – wirus nekrotycznego żółknięcia nerwów buraka (BNYVV) (fot. 27)	Objawem specyficznym rizomanii na burakach cukrowych jest jedynie pożółknięcie wiązek przewodzących na blaszkach liściowych i tkanki do nich bezpośrednio przylegającej. Pozostałe objawy tej choroby są niespecyficzne. Rośliny porażone przez rizomanię mają słabiej wybarwione i niekiedy żółknące liście, co może być mylone z niedoborem azotu w glebie. Rośliny chore szybko tracą turgor w słoneczne dni. Objawy te są podobne do obserwowanych w przypadku zasiedlania korzeni przez mątwika lub spowodowane niedoborem potasu w glebie. Korzenie chorych roślin rozwijają się wolniej i są mniejsze. Jednocześnie obserwowany jest silny rozwój korzonków bocznych prowadzący do powstania brody podobnej do tej, która powstaje na skutek pasyżowania mątwika. Wiązki przewodzące są zdrewniałe, a na przekrojach korzeni widoczne jest ich pociemnienie. Pociemnienie takie może być efektem porażenia korzeni przez <i>Fusarium oxysporum</i> oraz działaniem niektórych herbicydów wprowadzonych na pole w efekcie niedopłukania zbiornika opryskiwacza lub pomyłki plantatora. Korzenie roślin silnie porażonych mogą murszeć i gnić.

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób buraka cukrowego – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
Mozaika wirusowa – wirus mozaiki buraka (BtMV) (fot. 28)	Na liściach sercowych obserwuje się pojaśnienie nerwów oraz pojawianie się powierzchni o jasnozielonej barwie na przemian z fragmentami ciemniejszymi, co sprawia wrażenie mozaikowatości.
Żółtaczka wirusowa – wirus żółtaczki buraka (BYV) (fot. 29)	Początkowo blaszki liści chorych buraków ciemnieją i sztywnieją, następnie żółkną od brzegów a proces może objąć całą blaszkę liściową. Kolejnym etapem rozwoju żółtaczki wirusowej jest pojawienie się na liściach brunatnych, nekrotycznych plam, po czym zaczyna się proces ich zamierania. Zesztywnienie blaszek liściowych powoduje, że podczas zginięcia charakterystycznie pękają i chrzęszczą. Pozwala to na łatwe wskazanie żółtaczki jako przyczyny objawów chorobowych.

Tabela 24. Orientacyjne warunki sprzyjające rozwojowi wybranych patogenów buraka

Choroba	Temperatura [°C]		Deszcz (wilgoć)	Nasłonecznienie
	dzień	noc		
Zgorzel przedwiosłowa siewek	gleba do 15°C		wysoka	–
Zgorzel siewek	gleba 20–30°C		wysoka	–
Bakteryjna plamistość liści	niska		intensywny	pochmurno
Mączniak rzekomy buraka	do 15°C		wysoka	pochmurno
Brunatna plamistość liści	17–20°C		wysoka	–
Mączniak prawdziwy buraka	20–30°C		sucho	słonecznie
Chwościk buraka	25–30°C	>15°C	wysoka	sześciogodzinne okresy
Zgnilizna brunatna korzenia	gleba 20–30°C		wysoka	–
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia	gleba 20–30°C		wysoka	–

Tabela 25. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości chorób buraka

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Chwościk buraka	od początku lipca po kilkudniowych opadach i ciepłej pogodzie (na południu Polski od połowy czerwca)	• południe Polski – pierwsze plamy występujące na liściach, pozostałe regiony kraju – nie więcej niż 5% roślin z objawami choroby do 5 sierpnia, • 5–15 sierpnia – 10–15% roślin z objawami choroby, • 15 sierpnia – 10 września – 45% roślin z objawami choroby; powtórny zabieg ochronny, gdy do 10 września objawy pojawią się na 45% roślin



Fot. 14. Kiełek buraka zniszczony w momencie kiełkowania przez patogeny z rodzaju *Pythium* (fot. J. Piszczek)



Fot. 15. Zgorzel siewek wywołana przez *Aphanomyces cochlioides* – zniszczona część podziemna rośliny (fot. J. Piszczek)



Fot. 16. Objawy zgorzeli siewek wywołanej przez *Rhizoctonia solani* (fot. J. Piszczek)



Fot. 17. Rośliny buraka z objawami bakteryjnej plamistości liści – *Pseudomonas syringae* var. *aptata* (fot. J. Piszczek)



Fot. 18. Liście sercowe buraka z objawami mączniaka rzekomego – *Peronospora farinosa* (fot. J. Piszczek)



Fot. 19. Brunatna plamistość liści wywoływana przez *Ramularia beticola* (fot. J. Piszczek)



Fot. 20. Roślina buraka zaatakowana przez mączniaka prawdziwego – *Erysiphe betae* (fot. J. Piszczek)



Fot. 21. Roślina buraka z objawami chwościka – *Cercospora beticola* (fot. J. Piszczek)



Fot. 22. Objawy zgnilizny korzenia spowodowanej przez *Rhizoctonia solani* (fot. J. Piszczek)



Fot. 23. Objawy zgnilizny wierzchołkowej korzenia spowodowanej przez *Aphanomyces cochlioides* (fot. J. Piszczek)



Fot. 24. Objawy zgnilizny kopcowej korzenia spowodowanej przez *Rhizopus arrhizus* (fot. J. Piszczek)



Fot. 25. Korzeń buraka z objawami parcha pasowego – *Streptomyces scabies* (fot. J. Piszczek)



Fot. 26. Objawy guzkowatości korzenia (fot. J. Piszczek)



Fot. 27. Przekrój poprzeczny korzenia odmiany buraka odpornej na rizomanię (powyżej) i podatnej (poniżej) (fot. J. Piszczek)



Fot. 28. Burak porażony przez wirus mozaiki (fot. J. Piszczek)



Fot. 29. Burak porażony przez wirus żółtaczki (fot. J. Piszczek)

Znaczenie poszczególnych chorób w uprawie buraka cukrowego jest zróżnicowane i uzależnione od szeregu czynników, z których najważniejszym jest pogoda. W warunkach Polski najważniejszą chorobą buraka jest chwościk, który wyrządza największe szkody gospodarcze. W pozostałych przypadkach chorób można mówić o zagrożeniach lokalnych i bardzo rzadko dochodzi do znaczącego ich rozwoju. Choroby gnilne występujące na wyrosniętych korzeniach zwykle są wypadkową presji chorobowej występującej od wschodów, warunków klimatyczno-siedliskowych oraz indywidualnej odporności odmian (tab. 26).

Tabela 26. Znaczenie gospodarcze chorób buraka cukrowego w Polsce

Choroba	Znaczenie gospodarcze
CHOROBY SIEWEK	
Zgorzel przedwschodowa siewek – <i>Pythium ultimum</i> Trow; <i>Pythium irregulare</i> Buisman, <i>Pythium aphanidermatum</i> (Edson) Fitzp., <i>Pythium</i> spp. Pringsh.	–
Zgorzel siewek – <i>Aphanomyces cochlioides</i> Drechsler – nitkowatość korzeni buraka	++
Zgorzel siewek – <i>Phoma betae</i> Frank (<i>Pleospora betae</i> A.B. Frank) – zgorzel siewek typu czarna nóżka	–
Zgorzel siewek – <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn [<i>Thanatephorus cucumeris</i> (A.B. Frank) Donk], <i>Rhizoctonia</i> spp. DC.	+
CHOROBY LIŚCI	
Bakteryjna plamistość liści – <i>Pseudomonas syringae</i> var. <i>aptata</i>	+
Mączniak rzekomy buraka – <i>Peronospora farinosa</i> (Fr.) Fr f. sp. <i>betae</i> Byford [synonim <i>P. schachtii</i> Fuckel]	+
Brunatna plamistość liści – <i>Ramularia beticola</i> Fautrey & Lambotte	++
Plamik liściowy – <i>Phoma betae</i> A.B. Frank.	–
Mączniak prawdziwy buraka – <i>Erysiphe betae</i> (Vaňha) Weltzien [synonim <i>Erysiphe polygoni</i> DC.]	++
Rdza buraka – <i>Uromyces betae</i> (Pers.) J.G. Kühn	–
Chwościk buraka – <i>Cercospora beticola</i> Sacc.	+++
Alternarioza – <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	–
CHOROBY KORZENI	
Werticilioza buraka – <i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke & Berthold	–
Guzowatość korzeni buraka – <i>Rhizobium radiobacter</i> (Beijerinck & van Delden) Young <i>et al.</i>	–

Tabela 26. Znaczenie gospodarcze chorób buraka cukrowego w Polsce – cd.

Choroba	Znaczenie gospodarcze
Parch pasowy i parch zwykły – <i>Streptomyces scabies</i> (Thaxter) Waksman & Henrici, <i>Streptomyces</i> spp. Waksman & Henrici	–
Zgnilizna brunatna korzenia – <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn [stadium płciowe <i>Thanatephorus cucumeris</i> (A.B. Frank) Donk]	++
Zgnilizna fioletowa – <i>Rhizoctonia violacea</i> Tul. & C. Tul. [stadium płciowe <i>Helicobasidium purpureum</i> (Tul.) Pat.]	–
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia – <i>Aphanomyces cochlioides</i> Drech.	++
Fuzarioza – <i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl., <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc., <i>Fusarium</i> spp. Link	+
Zgnilizna kopcowa – <i>Rhizopus arrhizus</i> Fisher	–
Guzowatość korzeni – sprawca nieznany	+
CHOROBY WIRUSOWE	
Rizomania – wirus nekrotycznego żółknięcia nerwów liści buraka (BNYVV)	+
Mozaika wirusowa – wirus mozaiki buraka (BtMV)	+
Żółtaczka wirusowa buraka – wirus żółtaczki buraka (BYV)	+
Łagodna żółtaczka wirusowa buraka – wirus żółtaczki buraka (BYV)	+
Kędzierzawka płaszczyńcowa – wirus kędzierzawki płaszczyńcowej buraka (BLCV)	–

„+” znaczenie lokalne, „++” ważne, „+++” bardzo ważne, „–” bez znaczenia

7.2. Metody ograniczania porażenia roślin przez grzyby

7.2.1. Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna to wszystkie działania podejmowane w celu prawidłowego wyboru i przygotowania stanowiska, terminowego wysiania oraz wszelkich zabiegów agrotechnicznych prowadzonych w trakcie uprawy buraka. Ogólną zasadą jest unikanie zbyt częstego udziału buraka w zmianowaniu, które prowadzi do nagromadzenia w glebie przetrwalników organizmów patogenicznych i szkodników. W glebach o złej strukturze i zakwaszonych wzrasta zagrożenie ze strony patogenów odglebowych, a osłabione rośliny łatwiej ulegają porażeniom przez patogeny liści i znacznie wolniej regenerują uszkodzenia spowodowane przez szkodniki. Działania agrotechniczne ograniczające zagrożenie ze strony poszczególnych chorób podano w tabeli 27.

Tabela 27. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób buraka

Choroba	Metody agrotechniczne i hodowlane	Metody chemiczne
Zgorzel siewek	Wszystkie działania agrotechniczne przyspieszające i ułatwiające wschody ograniczają straty powodowane przez patogeny odglebowe. Należy utrzymywać odpowiedni odczyn gleby. Wczesny wysiew nasion pozwala na ograniczenie strat spowodowanych przez <i>A. cochliformis</i> , gdyż rośliny szybciej wykształcają wtórne tkanki okrywające korzenia, co kończy okres zwiększonej podatności na infekcje odglebowe. W glebie zaskorupionej groźba porażenia wzrasta, szczególnie we wczesnych fazach kiełkowania, aż do momentu pęknięcia kory pierwotnej. Uważa się, że najlepszym stanowiskiem pod buraka jest pole po pszenicy. Nie należy skracać płodozmianu. Należy usuwać chwasty, które mogą być żywicielami alternatywnymi dla patogenów powodujących zgorzele siewek.	zaprawianie nasion
Bakteryjna plamistość liści	brak	brak
Mączniak rzekomy	Patogen zimuje na korzeniach przeznaczonych do wysadzenia wiosną na polach, na których prowadzi się reprodukcję nasion buraka. Choroby można się spodziewać tylko w okolicach, gdzie prowadzi się reprodukcję nasion buraka pastewnego i czerwonego. Z plantacji takich zarodniki konidialne mogą być przenoszone przez wiatr na plantacje buraka cukrowego. Jak w przypadku wszystkich chorób liści, prawidłowy płodozmian znacząco ogranicza możliwość wystąpienia choroby. Należy unikać wysiewu buraków w miejscach jesiennej formowania przyzmy korzeni.	opryskiwanie fungicydami
Brunatna plamistość liści	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby. W miarę możliwości należy unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym był on uprawiany w roku poprzednim. Nie lokować przyzmy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka.	opryskiwanie fungicydami
Mączniak prawdziwy	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby.	opryskiwanie fungicydami

Tabela 27. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób buraka – cd.

Choroba	Metody agrotechniczne i hodowlane	Metody chemiczne
Mączniak prawdziwy	W miarę możliwości unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym był on uprawiany w roku poprzednim. Nie lokować przymy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka. Wysiewać odmiany o podwyższonej odporności.	opryskiwanie fungicydami
Chwościk buraka	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby. W miarę możliwości unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym były one uprawiane w roku poprzednim. Nie lokować przymy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka. Na polach nawadnianych zagrożenie wczesnego wystąpienia choroby wzrasta. Wysiewać odmiany o podwyższonej odporności. Jednak także one w warunkach silnej presji patogena wymagają ochrony chemicznej.	opryskiwanie fungicydami
Zgnilizny korzenia	Staranne przygotowanie gleby i zapewnienie jej struktury umożliwiającej dobre przesiąkanie wody opadowej i dobrą aerację ogranicza zagrożenie wystąpienia zgnilizn. W przypadku zbyt wysokiej wilgotności gleby albo jej zaskorupienia należy, w miarę możliwości, napowietrzyć ją, spulchniając w międzyrzędziach. Problem wtórnego zachwaszczenia można ograniczyć przez głębsze prowadzenie np. wąskich gęsiostópek lub zastosowanie dłut. W takim przypadku zmniejszy się wielkość powierzchni gleby naruszonej podczas zabiegu. Obserwowana jest zróżnicowana podatność odmian buraka na zgnilizny. Uważa się, że pszenica i nawozy zielone uprawiane jako przedplon ograniczają zagrożenie wystąpienia rizoktoniozy (<i>Rhizoctonia</i> spp.), natomiast kukurydza zwiększa. Wysiewać należy odmiany o zwiększonej odporności na patogeny powodujące zgnilizny. Nie skracać płodozmianu, co szczególnie jest istotne w odniesieniu do możliwości wystąpienia <i>A. cochliformis</i> .	brak
Rizomania	uprawa odmian odpornych na wirozę	brak
Mozaika wirusowa	brak	ochrona przed wektorem (mszyce)
Żółtaczk wirusowe	brak	ochrona przed wektorem (mszyce)

7.2.2. Metoda hodowlana

Ważnym elementem w systemie integrowanej ochrony buraka jest uprawa odmian odpornych. W standardzie plantatorzy otrzymują obecnie odmiany odporne na groźną wirozę – rizomanię. Odmiany odporne na rizomanię często mają podwyższoną odporność na chwościka. Ponieważ jest to odporność wielogenowa (patrz rozdział „Dobór odmian”), poszczególne odmiany różnią się między sobą reakcją na tego grzyba. W warunkach silnej presji patogena także one wymagają ochrony chemicznej. Niektóre odmiany mają podwyższoną odporność na inne choroby, na przykład na brunatną plamistość liści lub na mączniaka prawdziwego. W doborze znajdują się także odmiany o niższej podatności na patogena odglebowego, grzyba *Rhizoctonia solani*. Informacje na temat poszczególnych odmian znajdują się w rejestrze krajowym roślin okopowych COBORU. W przypadku buraka są to informacje w formie deklaratywnej, czyli podanej przez hodowcę.

7.2.3. Metoda chemiczna

Decyzję o wykonaniu zabiegu ochronnego fungicydami powinno się podejmować w oparciu o progi szkodliwości dla danych chorób. W przypadku chorób buraka znane są jedynie zasady prowadzenia ochrony chemicznej w sytuacji wystąpienia chwościka buraka.

Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność zabiegów ochronnych jest dobór fungicydu (tab. 28, 29 i 30). Najlepsze efekty uzyskuje się po zastosowaniu preparatów zawierających substancje czynne działające systemicznie (układowo). Ta grupa substancji czynnych jest w krótkim czasie wchłaniana do rośliny i bardzo skutecznie zapobiega rozwojowi grzybów na liściach buraka. Przy założeniu, że zabieg został wykonany w prawidłowym terminie, można się spodziewać, że nawet w warunkach sprzyjających rozwojowi grzybów buraki będą skutecznie chronione przez okres do trzech tygodni od momentu wykonania zabiegu, ale nie dłużej. Preparaty działające powierzchniowo są skuteczne tak długo, jak na powierzchni części zielonych utrzymuje się dany fungicyd. Są one splukiwane przez deszcze, a także w trakcie nawadniania plantacji. Każde opóźnienie zabiegu i silne porażenie roślin w momencie wykonywania zabiegu ochronnego okres ten skróci i skutkować będzie utratą skuteczności ochronnej preparatu. W szczególności dotyczy to ochrony plantacji przed chwościkiem.

Tabela 28. Charakterystyka fungicydów zarejestrowanych do ochrony buraka cukrowego przed chorobami

Fungicyd	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Abelard 280 SC	pikoksystrobina + cyprokonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwe
Armure	propikonazol + difenokonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwe
Bagani 125 ME	tetrakonazol	triazole	szkodliwe
Cortez 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Dafne 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Dedal 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Difure PRO EC	difenokonazol + propikonazol	triazole	szkodliwe
Dubler Mega 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Duett Star 334 SE	fenpropimorf + epoksykonazol	morfoliny + triazole	szkodliwe
Duett Ultra 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Dultreks – PRO 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Duo 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Eminent 125 SL	tetrakonazol	triazole	szkodliwe
Epofanat 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Epoksy 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Furtado 250 EW	tebukonazol	triazole	szkodliwe
Ila 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Intizam 497 SC	tiofanat metylowy + epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Matador 303 SE	tiofanat metylowy + tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Moderator 303 SE	tiofanat metylowy + tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Optan 183 SE	piraklostrobina + epoksykonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwe
Pixel 250 SC	pikoksystrobina	strobiluryny	brak
Porter 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Raster 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Rekord 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe

Tabela 28. Cd.

Fungicyd	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Rektor 280 SC	pikoksystrobina + cyprokonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwe
Respekto 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Reveller 280 SC	pikoksystrobina + cyprokonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwe
Rubric 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Safir 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Siarkol 80 WG	siarka	siarka	brak
Siarkol Extra 80 WP	siarka	siarka	brak
Siarkol Bis 80 WG	siarka	siarka	brak
Sintop 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Slapper	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Soprano 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwe
Spyrale 475 EC	fenpropidyna + difenokonazol	morfoliny + triazole	szkodliwe
Tanden 497 SC	tiofanat metylowy + tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe
Tango Star 334 SE	fenpropimorf + epoksykonazol	morfoliny + triazole	szkodliwe
Tebu 250 EW	tebukonazol	triazole	szkodliwe
Tiofan 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Tiofanat Metylowy 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Tiptop 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Topsin M 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Trion 250 EW	tebukonazol	triazole	szkodliwe
Yamato 303 SE	tiofanat metylowy + tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwe

Tabela 29. Charakterystyka fungicydów zarejestrowanych do ochrony buraka pastewnego przed chorobami

Fungicyd	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Argus 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Cross 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Difure PRO EC	difenokonazol + propikonazol	triazole	szkodliwe
Disko 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe

Tabela 29. Charakterystyka fungicydów zarejestrowanych do ochrony buraka pastewnego przed chorobami – cd.

Fungicyd	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Shardif 250 EC	difenokonazol	triazole	szkodliwe
Siarkol 80 WG	siarka	siarka	brak
Siarkol 800 SC	siarka	siarka	brak
Siarkol Bis 80 WG	siarka	siarka	brak
Sintop 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Tiofan 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Tiptop 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe
Topsin M 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwe

Tabela 30. Charakterystyka zapraw zarejestrowanych do zwalczania chorób buraka

Zaprawa	Dawka	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Tachigaren 70 WP	1500 g/100 kg nasion	hymeksazol	izoksazol	drażniące
Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	500 g/100 kg nasion	tiuram	ditiokarbaminian	szkodliwe, drażniące

7.2.4. Zjawisko uodparniania się grzybów na stosowane substancje czynne

Uodparnianie się grzybów na fungicydy stosowane do ochrony roślin jest zjawiskiem powszechnie występującym w przyrodzie. Jest efektem zmienności i naturalnych procesów zachodzących w populacji grzybów patogenicznych oraz presji selekcyjnej stosowanych środków ochrony roślin. Bezpośrednim skutkiem tego zjawiska jest spadek skuteczności wykonanych zabiegów. Odporność na fungicydy występuje przede wszystkim w stosunku do substancji działających systemicznie, które charakteryzują się selektywnym działaniem. Blokują one metabolizm warunkowany działaniem jednego genu i jakakolwiek w nim zmiana skutkuje brakiem reakcji grzyba na dany fungicyd (Kryczyński i Weber 2010).

Miedzy innymi z tego powodu do kolejnego zabiegu ochronnego nie wolno stosować fungicydu zawierającego tę samą substancję czynną, którą uprzednio zastosowano na danym polu! Szczególnie dotyczy to chwościka. Jak wynika z badań prowadzonych w TSD w Toruniu (Piszczyk, wyniki niepublikowane), 100% badanych izolatów chwościka jest w pełni uodpornionych na tiofanat metylowy. Odporność na triazole jest rzadsza niż na tiofanat metylowy, ale w rejonach

południowo-wschodnich sięga 50% badanych izolatów. Obserwowane są już także pierwsze przypadki odporności na strobiluryny. Dlatego w rejonach silnie zagrożonych warto stosować do zabiegów ochronnych preparaty będące mieszaninami różnych substancji czynnych. Odporność na preparaty działające kontaktowo jest rzadko spotykana, gdyż zakłócają one procesy energetyczne regulowane przez wiele genów.

8. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SZKODNIKÓW

8.1. Najważniejsze gatunki szkodników oraz metody ochrony

W ostatnich latach w uprawie buraka cukrowego, w niespotykanej dotąd skali, wystąpiły problemy z szarkiem komośnikiem oraz przędziorkiem chmielowcem. Te szkodniki od lat występują na terenie Polski, jednakże od niedawna masowo żerują na buraku cukrowym, powodując duże straty. Przędziorek chmielowiec obniża plony w całym kraju, natomiast szarek komośnik, na chwilę obecną, głównie na południu i południowym wschodzie Polski. Oprócz wspomnianych agrofagów na burakach najczęściej żerują: pędraki i drutowce, mątwik burakowy, drobniaka burakowa (na północy kraju), pchełka burakowa, mszyca burakowa, śmietka ćwiklanka oraz gąsienice motyli z rodziny sówkowatych – rolnice, błyszczki, piętnówki.

Metody ograniczania występowania szkodników oraz ich znaczenie gospodarcze przedstawiono w tabeli 31. (Hinfner i Homonnay 1966; Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999, 2003; Szymczak-Nowak i Nowakowski 2002; Borodynyko i Pospieszny 2008; Obrepalska-Stęplowska i Sosnowska 2008; Mrówczyński i wsp. 2013, 2017; Walczak i wsp. 2013; Bereś i Mrówczyński 2017). Należy pamiętać o tym, że zarówno skład gatunkowy, jak i znaczenie gospodarcze szkodników zmieniają się – w zależności od pogody, warunków ekologicznych, systemu uprawy itp. Punktem wyjścia, jeśli chodzi o skuteczną ochronę roślin, powinna być prawidłowa agrotechnika, odpowiednie zmianowanie oraz dobór odmian.

Tabela 31. Metody ograniczania występowania szkodników oraz ich znaczenie gospodarcze

Szkodnik	Metody ograniczania		Znaczenie gospodarcze
	niechemiczne	chemiczne	
Błyszczka jarzynówka (<i>Autographa gamma</i>) Stadium szkodliwe: gąsienice	– zwalczanie chwastów, – ograniczanie bazy pokarmowej motyłom (koszenie kwitnącej roślinności na miedzach), – rozdrabnianie i przyorywanie resztek poźniwnych, – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę	–	+ / ++

Tabela 31. Cd.

Szkodnik	Metody ograniczania		Znaczenie gospodarcze
	niechemiczne	chemiczne	
Drobnica burakowa <i>(Atomaria linearis)</i> Stadium szkodliwe: chrząszcze	– możliwie wczesny, nie za głęboki siew, – zwiększenie normy wysiewu, – zwalczanie chwastów, – głębokie przyorywanie resztek poźniwnych,	zaprawy nasienne, insektycydy	+/++
Drutowce – larwy chrząszczy z rodziny sprężkowatych (Elateridae)	– dobór odpowiedniego stanowiska (unikanie pól zlokalizowanych w pobliżu lasów, zadrzewień, po nieużytkach oraz wieloletnich bobowatych), – możliwie wczesny siew, – zwiększenie normy wysiewu, – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę (zwiększają śmiertelność larw przez wydobywanie ich na powierzchnię, przesuszenie ciała oraz mechaniczne uszkodzenia), – zwalczanie chwastów, – uprawa roślin wrogich (fasola, groch, gorczyca, len)	zaprawy nasienne	+
Mątwik burakowy <i>(Heterodera schachtii)</i> Stadium szkodliwe: larwy i osobniki dorosłe	– na glebach ciężkich i zwięzłych co najmniej czteroletni płodozmian, na lekkich minimum sześćoletni; ośmioletni, gdy liczebność szkodnika przekracza 2500 jaj i larw w 100 gramach gleby, – w przypadku wysokiej liczebności szkodnika ograniczenie uprawy rzepaku, – uprawa w międzyplonie (w krytycznej sytuacji w plonie głównym) mątwikobójczych odmian gorzycy białej lub rzodkwi oleistej, – uprawa roślin obojętnych oraz wrogich (kukurydza, żyto, lucerna, cebula, cykoria), – zwalczanie chwastów żywicielskich, – przyorywanie słomy i obornika (poprawia warunki życiowe pasożytniczych grzybów atakujących jaja nicieni), – uprawa odmian tolerancyjnych	nematocydy	+/++

Tabela 31. Metody ograniczania występowania szkodników oraz ich znaczenie gospodarcze – cd.

Szkodnik	Metody ograniczania		Znaczenie gospodarcze
	niechemiczne	chemiczne	
Mszyca burakowa (<i>Aphis fabae</i>) Stadium szkodliwe: larwy oraz imagines	– zbilansowane nawożenie mineralne, dotyczące głównie azotu i potasu, – przestrzenna izolacja plantacji od krzewów będących żywicielami pierwotnymi (kaliny, trzmieliny, jaśminowca), – staranne zwalczanie chwastów, głównie komosowatych	zaprawy nasienne, insektycydy	+ / ++
Pchełka burakowa (<i>Chaetocnema concinna</i>) Stadium szkodliwe: chrząszcze	– możliwie wczesny, nie za głęboki siew, – zmianowanie roślin, – zwalczanie chwastów komosowatych, – głębokie przyorywanie resztek poźniwnych, – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę	zaprawy nasienne, insektycydy	+
Pędraki – larwy chrząszczy chrabąszczowatych (Melolonthidae) i rutelowatych (Rutelidae)	– dobór odpowiedniego stanowiska (unikanie pól zlokalizowanych w pobliżu lasów, zadrzewień, po nieużytkach oraz wieloletnich bobowatych), – możliwie wczesny siew, – zwiększenie normy wysiewu, – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę (zwiększają śmiertelność larw przez wydobywanie ich na powierzchnię, przesuszenie ciała oraz mechaniczne uszkodzenia), – zwalczanie chwastów	zaprawy nasienne	+ / ++
Piętnówki (Hadeninae) Stadium szkodliwe: gąsienice	– zwalczanie chwastów, – ograniczanie bazy pokarmowej motyłow (koszenie kwitnącej roślinności na miedzach), – rozdrabnianie i przyorywanie resztek poźniwnych, – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę	–	+ / ++
Przędziorek chmielowiec (<i>Tetranychus urticae</i>) Stadium szkodliwe: larwy oraz osobniki dorosłe	– staranne i terminowo wykonane zabiegi agrotechniczne, które ogólnie wpływają na lepszą kondycję roślin, – izolacja przestrzenna od zeszłorocznych upraw buraka	akarycydy	++ / +++

Tabela 31. Cd.

Szkodnik	Metody ograniczania		Znaczenie gospodarcze
	niechemiczne	chemiczne	
Rolnice (Noctuidae) Stadium szkodliwe: gąsienice	– możliwe wczesny siew, – zwiększenie normy wysiewu, – ograniczanie bazy pokarmowej osobnikom dojrzałym (kwitnących roślin na miedzach), – zabiegi agrotechniczne spulchniające glebę	zaprawy nasienne	+ / ++
Śmietka burakowa (<i>Pegomya betae</i>), śmietka ćwiklanka (<i>Pegomya hyoscyami</i>) Stadium szkodliwe: larwy	– możliwe wczesny siew w starannie doprawione i nawożone stanowisko, – utrzymywanie wysokiej kultury gleby, – ograniczanie bazy pokarmowej osobnikom dorosłym (likwidacja kwitnących chwastów oraz roślinności na miedzach), – spulchnianie gleby oraz głęboka orka, – zwalczanie chwastów	zaprawy nasienne, insektycydy	++
Szarek komośnik (<i>Bothynoderes punctiventris</i>) Stadium szkodliwe: imagines	– staranna agrotechnika zapewniająca wyrównane, szybkie wschody, – możliwe wczesny siew nasion, – usuwanie chwastów, zwłaszcza komosowatych, – przyorywanie resztek poźniwnych, – pułapki feromonowe	–*	++ / +++

„+” niewielkie, „++” umiarkowane, „+++” duże

*W 2018 roku tymczasowo dopuszczono do stosowania jeden insektycyd, jednak nie wiadomo, czy takie rozwiązanie będzie możliwe w latach kolejnych.

Źródło: wyszukiwarka środków ochrony roślin Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

**ZNACZENIE GOSPODARCZE AGROFAGÓW, W SYTUACJI WYCOFANIA ZAPRAW
ZAWIERAJĄCYCH NEONIKOTYNOIDY, W NAJBLIŻSZYCH LATACH ZDECYDOWANIE
WZROŚNIE.**

Aby skutecznie minimalizować zagrożenie ze strony szkodników, należy w pierwszej kolejności poprawnie je oszacować. Integrowana ochrona roślin wymaga od plantatora znacznie większego zakresu wiedzy niż tradycyjna. Konieczna jest znajomość biologii i morfologii szkodników, ich cykli życiowych, terminów pojawiania się oraz uszkodzeń przez nie wywoływanych, a także źródeł zagrożenia. Należy dokładnie przyjrzeć się objawom na roślinach i wykluczyć inne możliwości, np. choroby czy niedobory mikroelementów.

W tabeli 32. scharakteryzowano uszkodzenia wywołane żerowaniem najważniejszych szkodników oraz przedstawiono wpływ warunków zewnętrznych sprzyjających ich rozwojowi (Pietrucha i wsp. 1954; Hinfner i Homonnay 1966; Kręcis 1984; Jassem 1989; Jakubowska i Walczak 2005, 2008; Jakubowska 2008; Mrówczyński i wsp. 2013, 2017; Walczak i wsp. 2013; Drmić 2016; Bereś i Mrówczyński 2017).

Tabela 32. Charakterystyka uszkodzeń buraka cukrowego oraz czynniki wpływające na rozwój szkodników

Agrofag	Wpływ czynników zewnętrznych na rozwój szkodnika	Symptomy żerowania na roślinach
Błyszczka jarzynówka (fot. 30)	Średnie dzienne temperatury rzędu 25–29°C oraz wysoka wilgotność powietrza na wiosnę sprzyjają rozwojowi szkodnika.	Szkodnika należy szukać pod liśćmi. Gąsienice początkowo wygrzają niewielkie otwory w blaszce liściowej. Intensywny żer prowadzi do powstania gołożerów, nietknięte pozostaje jedynie grubsze unerwienie. O obecności gąsienic świadczą również pozostawiane na roślinach ciemnobrązowe odchody w postaci niewielkich grudek.
Drobnica burakowa	Ciepła i sucha pogoda sprzyja rozwojowi drobnicy. Szkodnik częściej pojawia się na glebach gliniastych i próchnicznych.	Na szyjce korzeniowej oraz korzeniu wygrza niewielkie jamki, z czasem czerniejące, bo wtórnie zainfekowane przez grzyby (fot. 31). Wyżerki bywają również obserwowane na liścieniach i liściach sercowych. Żer na kielkujących nasionach powoduje deformacje liścieni, a przy silnych uszkodzeniach brak wschodów.
Drutowce	Wybierają stanowiska bogate w związki próchniczne o ustabilizowanym, lekko kwaśnym odczynie. Najczęściej pojawiają się na polach po nieużytkach, łąkach lub wieloletnich bobowatych.	Najbardziej niebezpieczne wiosną dla młodych roślin. Uszkadzają system korzeniowy siewek i narażają na działanie patogenów. Utrudnione pobieranie wody oraz składników odżywczych wpływa negatywnie na wydajność fotosyntezy. Silnie uszkodzone siewki tracą turgor i obumierają. W korzeniach starszych roślin szkodniki wygrzają dziury, niekiedy na wylot.
Mątwik burakowy	Preferuje gleby lekkie, szybko nagrzewające się. Larwom sprzyja wilgoć w glebie w momencie opuszczania cysty w poszukiwaniu żywiciela.	Spowolniony wzrost oraz placowe wędnięcie roślin nawet przy wystarczającej wilgotności gleby. Po wykopaniu korzeni widoczna jest broda korzeniowa, na której można zauważyć niewielkie, białe samice. Porażone rośliny są wrażliwsze na niekorzystne warunki środowiskowe, zwłaszcza stres wodny oraz stosowane herbicydy.

Tabela 32. Cd.

Agrofag	Wpływ czynników zewnętrźnych na rozwój szkodnika	Symptomy żerowania na roślinach
Mszyca burakowa	Preferuje ciepłą i suchą pogodę. Wysokie temperatury – powyżej 30°C – oraz ulewne deszcze nie sprzyjają szkodnikowi. Chętnie zasiedla plantacje przenawożone azotem. Formy uskrzydłone przelatują na buraka, jeśli dzienna temperatura powietrza wynosi co najmniej 15°C, a intensywny rozwój populacji mszyc następuje w temperaturze 20–25°C.	Szczególnie narażone są plantacje w pobliżu gospodarzy zimowych – krzewów kaliny, trzmieliny, jaśminowca. Mszyce najliczniej żerują na liściach sercowych, które – na skutek uszkodzeń – fałdują się i zwijają. Powierzchnia liści połyskuje i lepi się od produkowanej przez pluskwiaki spadzi. Przyklejają się do niej wylinki mszyc, niekiedy rozwijają się również grzyby sadzakowe. Szkodnik szczególnie groźny w latach suchych i upalnych. Przenosi wirusy wywołujące żółtaczkę buraka. Obecność chrząszczy i larw biedronek świadczy o obecności szkodnika.
Pchełka burakowa	Sucha, ciepła i słoneczna wiosna sprzyja rozwojowi pchełek.	Perforacje liścieni i liści właściwych, będące konsekwencją wygryzania fragmentów tkanek z powierzchni liści (tzw. okienka). Dolna nieuszkodzona skórka usycha i wykrusza się.
Pędraki	Jaja składane do gleb ciepłych, przepuszczalnych i umiarkowanie wilgotnych. Pędraki najczęściej pojawiają się na polach po nieużytkach, łąkach lub uprawach roślin wieloletnich.	Szczególnie groźne na początku sezonu, dla młodych roślin. Obgryzają ich system korzeniowy, osłabiają i narażają na działanie patogenów. Silnie uszkodzone siewki tracą turgor i obumierają. Łatwo wyciągnąć je z gleby. W korzeniach starszych roślin wygryzają jamki.
Piętnówki	Występują licznie w latach deszczowych.	Gąsienice najczęściej przebywają pod liśćmi (fot. 32). Początkowo wygryzają niewielkie otwory w blaszce liściowej. Intensywny żer prowadzi do powstania gołożerów. O ich obecności świadczą również pozostawiane na roślinach ciemnobrązowe odchody w postaci niewielkich grudek.
Przędziorek chmielowiec	Upały oraz susza sprzyjają rozwojowi przędziorków. Największą ich liczebność notuje się na przełomie lipca i sierpnia.	Szczególnie groźne w latach bezdeszczowych i upalnych. Zarówno larwy, jak i dorosłe roztocza wysysają sok z tkanek liści. Łącznie z wciornastkami przyczyniają się do srebrzenia liści. Początkowo powstają jasnozielone marmurkowate przebarwienia, z czasem liście żółkną, a najsilniej zaatakowane usychają. Pod spodem blaszki liściowej widoczny delikatny oprzęd, na którym zatrzymują się liczne zanieczyszczenia, np. drobiny piasku, części organiczne (fot. 33).

Tabela 32. Charakterystyka uszkodzeń buraka cukrowego oraz czynniki wpływające na rozwój szkodników – cd.

Agrofag	Wpływ czynników zewnętrznych na rozwój szkodnika	Symptomy żerowania na roślinach
Rolnice	Rozwojowi rolnic sprzyjają wysokie temperatury. Mroźna, śnieżna zima zwiększa przeżywalność zimujących gąsienic, natomiast łagodna i wilgotna powoduje wzrost ich śmiertelności na skutek występowania chorób różnego pochodzenia. Bardziej zagrożone są plantacje zachwaszczone lub sąsiadujące z zachwaszczonymi, a także założone na glebach lekkich i średnich.	Młodsze stadia larwalne uszkadzają blaszki liściowe. Starsze gąsienice schodzą do gleby i żerują na korzeniach. Wygryzają w nich sporej wielkości jamy, które czernieją w związku z wtórnym porażeniem tkanek przez grzyby. Najbardziej niebezpieczne wiosną, bo podgryzają młode rośliny, prowadząc do ich zamierania.
Śmietki	Ciepła i sucha wiosna sprzyja szkodnikowi.	W wyniku żerowania larw na liściach pojawiają się miny (korytarzowe bądź placowe) (fot. 34). Uszkodzenia początkowo są niewielkie, jasne, łatwo dostrzegalne na tle ciemniejszych liści. Następnie marszczą się, brązowieją i usychają. Ostatecznie uszkodzona tkanka wykrusza się. Silne uszkodzenia prowadzą do zamierania młodych roślin.
Szarek komośnik (fot. 35)	Zimujące chrząszcze wznowiają aktywność, gdy średnia dobową temperatura powietrza dochodzi do 8°C, a temperatura gleby na głębokości 5 cm w słoneczne dni osiąga co najmniej 10°C. Krótkotrwałe ochłodzenia nie wpływają na opuszczanie zimowisk, jednakże dłuższe hamują ten proces, dlatego szkodnik pojawia się „falami”. Migracjom pieszym na plantacje buraka sprzyja słoneczna i ciepła pogoda. Loty odbywają się w podobnych warunkach (minimalna temp. powietrza 19,5°C, optymalna 20–25°C), a wstrzymuje je silny wiatr oraz niska wilgotność powietrza.	Żer zatokowy – wyjadanie brzeżnych fragmentów liści, w przypadku młodych roślin łącznie z ogonkami (fot. 36 i 37). Silnie uszkodzone liście więdną i zamierają. Na polu powstają łysiny.



Fot. 30. Błyszczka jarzynówka oraz powodowane przez nią wyżerki (fot. A. Ulatowska)



Fot. 31. Ciemne jamki na korzeniu są objawem żerowania drobnicy burakowej (fot. A. Ulatowska)



Fot. 32. Piętnówka grochówka (fot. A. Ulatowska)



Fot. 33. Oprzęd na spodniej stronie liści sygnalizuje obecność przędziorków (fot. A. Ulatowska)



Fot. 34. Larwy śmietki są dobrze widoczne po rozerwaniu miny (fot. A. Ulatowska)



Fot. 35. Szarek komośnik żerujący na buraku (fot. A. Ulatowska)



Fot. 36. Żer zatokowy jest charakterystyczny dla chrząszczy ryjkowcowatych (fot. A. Ulatowska)



Fot. 37. Burak silnie uszkodzony przez szarka kmośnika. W skrajnych przypadkach szkodnik przycina rośliny tuż u nasady, zjada nawet ogonki liściowe (fot. A. Ulatowska)

8.2. Metody określania liczebności szkodników

Decyzja o terminie zastosowania zoocydu musi być oparta na częstych lustracjach plantacji. Zweryfikowanie liczebności szkodników opiera się na analizach gleby lub obserwacji całych roślin w poszukiwaniu organizmów szkodliwych bądź uszkodzeń przez nie wywoływanych (Matyjaszczyk i wsp. 2010; Jakubowska i wsp. 2015).

8.2.1. Mątwik burakowy

Próby gleby do analiz na liczebność mątwika burakowego należy pobierać z głębokości warstwy ornej, najlepiej z miejsc podejrzanych o wystąpienie szkodnika. Mątwik występuje placowo, porażone rośliny więdną, stąd w czasie sezonu wegetacyjnego miejsce poboru prób nie powinno stanowić większego problemu. Najlepiej użyć świdra, ewentualnie laski glebowej. Próba ogólna musi być reprezentatywna i powinna składać się z odpowiedniej liczby próbek pojedynczych, rozmieszczonych systematycznie na badanej powierzchni. Po dokładnym wymieszaniu pobranej gleby sporządza się próbę ogólną o masie około jednego kilograma, którą odpowiednio zabezpieczoną, zapakowaną i oznakowaną należy możliwie szybko przekazać do laboratorium zajmującego się oznaczaniem nicieni.

8.2.2. Pozostałe szkodniki glebowe

W celu zbadania liczebności szarka komośnika, pędraków, drutowców oraz rolnic należy wykopać i przesiać glebę z kilkudziesięciu odkrywek o wymiarach 25×25 cm i głębokości 30 cm. Przyjmuje się, że dla uzyskania reprezentatywnych wyników z 1 ha należy wykopać glebę z co najmniej 32 miejsc, a na każdy następny hektar zwiększyć ich liczbę o 2, czyli 2 ha = 34 odkrywki, 3 ha = 36 itd. Miejsca poboru gleby powinny być rozmieszczone równomiernie na całej plantacji. Następnie oblicza się liczbę szkodników.

8.2.3. Szkodniki nalistne

Liczebność szkodników nalistnych określa się na podstawie obserwacji obecności agrofagów lub uszkodzeń przez nie wywoływanych na kilkunastu – kilkudziesięciu roślinach, w losowo wybranych miejscach plantacji, najlepiej po przekątnej pola. Liczba zlustrowanych roślin decyduje o wiarygodności i reprezentatywności uzyskanych wyników.

Obserwacje plantacji są niezbędne w celu podjęcia decyzji o użyciu preparatu chemicznego. Sygnalizacja jest tylko elementem doradczym i nie obliuguje do wykonania zabiegu.

8.3. Progi ekonomicznej szkodliwości

Próg ekonomicznej szkodliwości to takie nasilenie agrofagów, przy którym wartość spodziewanej straty w plonie przewyższa łączne koszty zabiegu ochronnego. Należy pamiętać, że wartości progu szkodliwości nie można traktować jednoznacznie, ponieważ w zależności od fazy rozwoju rośliny uprawnej, warunków meteorologicznych, występowania innych szkodników lub wrogów naturalnych, może on ulec zmianie.

PROGI SŁUŻĄ POMOCĄ PRZY PODEJMOWANIU DECYZJI,
ALE NIE MOGĄ BYĆ JEDYNYM JEJ KRYTERIUM.

W tabeli 33. podano progi ekonomicznej szkodliwości dla najważniejszych szkodników buraka cukrowego i pastewnego oraz terminy obserwacji (Walczak 2013; Mrówczyński i wsp. 2017). Niektórych z wymienionych agrofagów nie można zwalczać chemicznie w związku z brakiem zarejestrowanych preparatów. Wykaz tych dopuszczonych do obrotu na terenie naszego kraju znajduje się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, a dobór odpowiedniego środka ułatwia wyszukiwarka środków ochrony roślin.

Więcej informacji na stronie:

<https://www.gov.pl/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>

Tabela 33. Progi ekonomicznej szkodliwości oraz terminy obserwacji agrofagów (Mrówczyński i wsp. 2017)

Agrofag	Próg szkodliwości	Termin obserwacji
Błyszczka jarzynówka	5–8 gąsienic/m ² w fazie zwierania międzyrzędzi (BBCH 31–35) lub 25% uszkodzonych roślin	od czerwca
Drobnica burakowa	20% opanowanych roślin	od wschodów do fazy 4 liści
Drutowce	5–8 osobników/m ²	od początku okresu wegetacji
Mątwik burakowy	500 jaj i larw/100 g gleby	od początku okresu wegetacji
Mszyca burakowa	co najmniej 15% zasiedlonych roślin lub 15 mszyc nieuskrzydłych/roślinę, w przypadku zapobiegania chorobom wirusowym należy zwalczać już pierwsze uskrzydłone mszyce	od fazy 3–4 liści
Pędraki	5–6 osobników/m ²	od początku okresu wegetacji

Tabela 33. Cd.

Agrofag	Próg szkodliwości	Termin obserwacji
Pchełka burakowa	5–10 chrząszczy/m ²	od wschodów do fazy 4–5 liści
Piętnówki*	5–8 gąsienic/m ² w fazie zwierania międzyrzędzi (BBCH 31–35) lub 25% uszkodzonych roślin	od czerwca
Rolnice	6 gąsienic stadium L1 i L2/m ²	od czerwca
Śmietka ćwiklanka	– 4 jaja lub miny/roślinę w fazie dwóch liści właściwych (BBCH 12), – 8 jaj lub min/roślinę w fazie czterech liści właściwych (BBCH 14), > 20 jaj lub min/roślinę w fazie sześciu liści właściwych (BBCH 16)	od maja
Szarek komośnik	1 chrząszcz/10 m ² *	od początku wschodów

*Próg dla piętnówek nie jest eksperymentalnie wyznaczony. Można jednak założyć, że jest zbliżony do progu określonego dla błyszczki jarzynówki, ponieważ biologia i sposób żerowania szkodników są podobne.

Źródło: Tomasev i wsp. 2007

8.4. Ekonomiczna efektywność zabiegu

Zabieg chemiczny jest opłacalny tylko w przypadku, gdy potencjalna wartość utraconego w wyniku żerowania agrofagów plonu przewyższa łączne koszty wykonania oprysku. Jeżeli obliczona wartość jest mniejsza od 1, zabieg był nieopłacalny.

$$E = P_u / K_z,$$

gdzie:

E – ekonomiczna efektywność zabiegu ochrony roślin,

P_u – wartość produkcji uratowanej,

K_z – koszty zabiegu.

Przy podejmowaniu decyzji ważne jest określenie wartości spodziewanego plonu: im jest wyższy, tym większe mogą być straty. Zasadą jest, aby nigdy nie stosować środków ochrony roślin według z góry ustalonego harmonogramu. Wykonanie zabiegu winno być poprzedzone wnikliwą oceną aktualnego wystąpienia i natężenia szkodników. Istotnym czynnikiem jest również koszt zabiegu, na który składa się nie tylko cena zoocydu, ale również koszty poboczne. Podejmując decyzję, należy wziąć pod uwagę okres wystąpienia agrofaga, stan rośliny uprawnej, prognozy pogody na nadchodzący okres (niesprzyjające warunki mogą zahamować zagrożenie) oraz obecność wrogów naturalnych. Jeśli to tylko możliwe, należy stosować najniższe z zalecanych dawek. Warto również przeanalizować, czy

zawęzić opryskiwanie roślin do pasów przybrzeżnych. W wielu przypadkach jest to uzasadnione, gdyż liczne gatunki zasiedlają w pierwszej kolejności skraje plantacji. Opryskiwanie jedynie pasów przybrzeżnych pozwala zaoszczędzić czas oraz pieniądze, a także wspomaga ochronę środowiska naturalnego (Pruszyński i wsp. 2012).

8.5. Zasady stosowania środków ochrony roślin

Etykieta – instrukcja stosowania środków ochrony roślin jest dołączona do każdego opakowania preparatu i zawiera szczegółowe informacje niezbędne do prawidłowego wykonania zabiegu. Obowiązkiem operatora jest przestrzeganie zapisów w niej zawartych. Producent preparatu nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne straty lub uszkodzenia powstałe w wyniku zastosowania środka niezgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji (dawki obniżone, łączne stosowanie agrochemikaliów), z zasadami dobrej praktyki rolniczej, jak również zastosowania go w warunkach nietypowych, niemożliwych do przewidzenia i pozostających poza wpływem producenta (nieprawidłowe warunki przechowywania, wadliwa technika wykonania zabiegu, niekorzystne warunki meteorologiczne przed, w trakcie i po zastosowaniu preparatu).

Z etykietą preparatu należy się zapoznać jeszcze przed jego zakupem, aby ustalić, czy:

- preparat odpowiada rzeczywistym potrzebom w odniesieniu do chronionej rośliny uprawnej oraz zwalczanych agrofagów,
- użycie preparatu w danych warunkach nie narusza wymagań bezpieczeństwa operatora, sprzętu oraz środowiska naturalnego,
- istnieją przeciwwskazania lub ograniczenia w jego stosowaniu.

W przypadku konieczności powtórzenia zabiegu należy wybrać preparat z innej grupy chemicznej o odmiennym mechanizmie działania, aby zapobiegać tworzeniu ras odpornych.

Nie należy stosować dawek niższych od oficjalnie zalecanych, ponieważ to również sprzyja wykształcaniu odporności na konkretne substancje czynne. Ponadto zwalnia producenta preparatu z odpowiedzialności w przypadku braku skuteczności.

8.6. Systemy wspomagania decyzji

Oceną stanu fitosanitarnego upraw, prognozowaniem występowania szkodników oraz wczesnym systemem ostrzegania zajmuje się Instytut Ochrony Roślin – Pań-

stwowy Instytut Badawczy (<https://www.agrofagi.com.pl>). Na platformie sygnalizacji agrofagów umieszczone są m.in. informacje na temat pojawiania szkodników, zalecenia ochrony roślin, wyszukiwarka środków ochrony roślin, atlasy chorób oraz szkodników roślin rolniczych.

Zakrojony na szeroką skalę monitoring prowadzi również Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Internetowy System Sygnalizacji Agrofagów dostępny jest pod adresem <http://piorin.gov.pl/sygn/start.php>

Dużą pomocą plantatorom służy również Rolnicze Doradztwo w Uprawie Buraka Cukrowego – LIZ (<http://www.liz.pl>). Na stronie znajdują się m.in.:

- informacje na temat monitoringu rolnic,
- wskazówki dotyczące zapobiegania rozwojowi mątwika burakowego,
- atlas szkodników oraz objawów żerowania,
- tabela dopuszczonych do stosowania insektycydów,
- liczne broszury informacyjne.

9. ORGANIZMY POŻYTECZNE WYSTĘPUJĄCE W AGROEKOSYSTEMACH

Agrocenozy to jedynie pozornie układy mało skomplikowane. Złożoność procesów w nich zachodzących oraz liczebność i różnorodność zasiedlających je gatunków jest zadziwiająca. Wrogów naturalnych szkodników można podzielić na mikro- i makroorganizmy. Poniżej pokrótce scharakteryzowano poszczególne grupy (Malinowski 1998; Tomalak i Sosnowska 2008; Tomalak 2009; Włóka 2011; Matuska-Łyżwa 2012; Kucharska i wsp. 2015).

9.1. Pożyteczne wirusy i mikroorganizmy

9.1.1. Grzyby

Obecnie znanych jest ponad 1000 gatunków grzybów owadobójczych. Należą one do organizmów, które jako jedne z pierwszych zostały uznane za chorobotwórcze dla owadów oraz były wykorzystywane w walce biologicznej. Najczęściej infekują chrząszcze, muchówki, błonkówki i pluskwiaki. Uśmiercają przez wyczerpywanie rezerw pokarmowych żywiciela, uszkodzanie rozrastającymi się strzępkami jego narządów wewnętrznych oraz wydzielanie toksycznych substancji. Istnieje wiele kryteriów podziałów tej grupy organizmów. W zależności od spektrum porażanych owadów grzyby można podzielić na: monofagi – pasożytujące na gospodarzach należących do jednego rodzaju lub do rodzajów blisko ze sobą spokrewnionych, oligofagi – pasożytujące na owadach należących do jednego rzędu, polifagi (np. *Aspergillus* sp. i *Beauveria* sp.) – atakujące organizmy z odległych grup systematycznych, pasożyty owadów, pajaków, roztoczy (fot. 38).

Większość grzybów charakteryzuje się wysokim potencjałem reprodukcyjnym dzięki wytwarzaniu bardzo dużych ilości konidiów czy zarodników workowych. Niektóre grzyby (np. maczuzniki i strzępczaki) na jednym zakażonym insekcie potrafią utworzyć od kilkudziesięciu do nawet kilkuset milionów zarodników. Dzięki tym cechom w korzystnych warunkach otoczenia grzyby entomopatogeniczne występują często epidemicznie, w dużym stopniu redukując populacje różnych szkodników. U monofagów i oligofagów występowanie jest zsynchronizowane z terminami pojawu podatnych na infekcję stadiów rozwojowych gospodarzy. Polifagi z kolei występują w mniejszym bądź większym zagęszczeniu przez cały sezon, jednak wiele z nich pojawia się w większej ilości dopiero w miesiącach jesiennych, kiedy wilgotność powietrza stabilizuje się w granicach 80–85%.



Fot. 38. Martwa muchówka przyczepiona do liścia. Uśmiercona przez owadobójcze grzyby, których aktywność wzrasta jesienią (fot. A. Ulatowska)

Największe znaczenie wśród grzybów owadobójczych mają rodzaje: *Beauveria* (biała muskardyna), *Metarhizium* (zielona muskardyna) oraz *Paecilomyces* (różowa muskardyna). Gatunki do nich należące wykorzystywane są na masową skalę do produkcji biopreparatów służących zwalczaniu różnych grup szkodników pól uprawnych, lasów i pomieszczeń inwentarskich, m.in.: stonki ziemniaczanej, korników, chrabąszcza majowego oraz kasztanowca, szarka komośnika oraz wielu występujących w sadownictwie. Zarodniki grzybów charakteryzują się długą żywotnością i zachowują zdolność infekowania owadów nawet kilka lat.

Grzyby drapieżne żyją głównie w glebie, a ich pokarmem są m.in. drobne nicienie, ameby i niesporczaki. Dzięki drapieżnictwu mogą uzupełniać swoją dietę w związki azotu. W odróżnieniu od grzybów wewnątrz Pasożytniczych, które nie wytwarzają rozległej grzybni poza gospodarzem, grzyby drapieżne produkują grzybnie wegetatywne w swoim otoczeniu, dzięki czemu mogą odżywiać się także saprofitycznie. Na strzępkach grzybni tworzą pułapki o zróżnicowanej budowie, które służą do chwytania ofiar. Wyróżniamy różne typy pułapek: sieci adhezyjne pokryte lepкими substancjami powodującymi przyklejenie nicieni (najbardziej rozpowszechniony typ), klejące fragmenty grzybni lub pierścienie – niekrępujące lub krępujące. Te ostatnie stanowią najbardziej wyrafinowany rodzaj. Gdy nicien przeczesał głąb wpełźnie w pierścień, tworzące go komórki w natychmiastowym tempie pochłaniają wodę z otoczenia, co skutkuje kilkukrotnym wzrostem ich objętości. Pierścień w 0,1 sekundy ściska ciało nicienia na tyle, że niemożliwe staje się wydostanie. Po tym etapie grzyb przerasta i trawi zdobycz. Dobrze

znany grzybiarzom bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*) także jest amato-rem nicieni. Rośnie na martwym drewnie, ale bywa również pasożytem atakującym jeszcze żywe drzewa, zazwyczaj jednak osłabione i stare. Nicienie zasiedlające próchniejące drewno paraliżuje nematotoksyną zidentyfikowaną jako kwas trans-2-decenodikarboksylowy. Komórki z toksyną znajdują się wyłącznie w części grzybni rosnącej w substracie, owocniki są jej pozbawione – podobnie jak u czernidłaka kołpakowatego i u pierścieniaka uprawnego, które także są grzybami jadalnymi.

W środowisku glebowym w redukcji populacji nicieni–pasożytów roślin ważną rolę odgrywają grzyby nicieniobójcze. Ich efektywność jest uzależniona od wielu czynników. Jednym z nich są nawozy organiczne. Sosnowska i Banaszak (1998, 2000) obserwowali na polach buraka cukrowego pod Toruniem większe spasożytowanie jaj mątwika burakowego (*Heterodera schachtii*) przez grzyby na poletkach nawożonych słomą poźniwną z jęczmienia jarego i mulczem z gorczycy niż na polach nawożonych obornikiem od trzody chlewnej. Spasożytowanie jaj mątwika burakowego w cystach dochodziło nawet do 70%. W Niemczech, na polach nawożonych słomą z jęczmienia, grzyby drapieżne redukowały 29% populacji mątwika burakowego, a na polach z gorczycą 30–35% populacji (Hoffman-Hergarten i Sikora 1993). Stosowane technologie uprawy mogą stymulować aktywność grzybów pasożytniczych, np. większe spasożytowanie jaj mątwika przez grzyby pasożytnicze obserwowano na polach buraka cukrowego w płodozmianie trzyletnim niż dwuletnim (Sosnowska 2003). Wśród izolowanych grzybów największe znaczenie miały dwa gatunki grzybów nicieniobójczych: *Pochonia chlamydosporia* i *Paecilomyces lilacinus* (Sosnowska 2003).

9.1.2. Wirusy

Wirusy powodują wirozy u motyli i błonkoskrzydłych. Większość z nich wywołuje rodzina bakulowirusów (*Baculoviridae*). Ich cechą charakterystyczną jest zdolność tworzenia białkowych ciał wtrętowych zwanych granulami i poliedrami, które składają się z białek – odpowiednio granuliny i poliedryny. Większość bakulowirusów infekuje tylko stadia larwalne wrażliwych owadów. Zakażenie następuje drogą jelitową, po spożyciu pokarmu wraz z poliedrami lub granulami. W zasadowym środowisku jelita białko ciał wtrętowych ulega rozpuszczeniu, w wyniku czego zostają uwolnione wiriony, które atakują komórki nabłonkowe jelita. Bakulowirusy działają powoli. Zależnie od wirusa, gatunku szkodnika i temperatury otoczenia, śmierć owadów następuje po 1–2 tygodniach od infekcji. Objawy zewnętrzne wiroz są charakterystyczne: chore larwy zwisają z roślin przyłączone do nich nogami odwłokowymi, a ciało ich wypełnione jest brunatnym płynem zawierającym ciała wtrętowe. Zainfekowane gąsienice cechuje ujemny geotropizm, co oznacza, że chętnie kierują się ku światłu. Dlatego często zamierają na szczy-

tach pędów. Stąd też nazwa – choroba wierzchołkowa. Choroby wirusowe mogą występować w populacji owadów w dwojaki sposób: epi- lub enzoptyczny. Enzotyję cechuje stała obecność patogena w populacji owada, w mniej więcej jednakowym nasileniu. Ma charakter utajony i dlatego owady nie wykazują zewnętrznych symptomów choroby. Dla praktyki rolniczej i leśnej znaczenie mają epizotyje, powodujące masowe zachorowania i wysoką śmiertelność szkodników występujących w dużych zagęszczeniach. W rozprzestrzenianiu się epizotyji mogą uczestniczyć pasożyty i parazytoidy owadów oraz ptaki i ssaki żywiące się gąsienicami. Uwolnione z ciała martwych larw poliedry lub granule mogą być również przenoszone przez wiatr i deszcz. Korony drzew oraz gleba są dobrym rezerwuarem ciał wtartowych, które, zachowując patogeniczność przez wiele lat, są źródłem infekcji w następnych sezonach. Bakulowirusy cechują się wysoką wirulentnością względem owadów oraz wybiórczym działaniem i z tych względów są wykorzystywane do produkcji biopreparatów. Skuteczność działania wirusów zależy od wielu czynników biotywnych, takich jak infekcyjność wirusa, jego żywiciel oraz gatunek rośliny żywicielskiej, na której żeruje owad. Do czynników abiotycznych mających istotny wpływ na skuteczność preparatów wirusowych zalicza się temperaturę, opady atmosferyczne i promieniowanie ultrafioletowe. Bakulowirusy są szczególnie przydatne w programach integrowanej ochrony roślin (IPM), ponieważ dzięki swej specyficzności nie wywierają negatywnego wpływu na parazytoidy i drapieżce, z wyjątkiem przypadków, gdy larwa żywiciela ginie przed zakończeniem rozwoju parazytoida. W trakcie wykonywania zabiegów ochronnych bakulowirusy mogą być mieszane z chemicznymi insektycydami, co pozwala na zmniejszenie dawki pestycydu przy jednoczesnym zachowaniu jego wysokiej skuteczności.

9.1.3. Bakterie

Bacillus thuringiensis (Bt) jest bakterią występującą powszechnie w otoczeniu (izolowano ją z gleby, wody, powierzchni roślin, ptasich gniazd, ścian budynków, kurzu itp.). W procesie tworzenia przetrwalników wiele szczepów wytwarza kryształki zbudowane z białek, które wykazują toksyczne działanie dla larw motyli, chrząszczy, muchówek i błonkoskrzydłych, a także niektórych nicieni, roztozczy i pierwotniaków. Bakterie *B. thuringiensis* mogą syntetyzować zróżnicowaną gamę związków trujących. Największe zainteresowanie wzbudzają jednak białka Cry z powodu wysokiej toksyczności dla szkodników upraw roślinnych oraz braku szkodliwego wpływu na komórki kręgowców. W przewodzie pokarmowym owadów (w środowisku zasadowym) omawiane białka są aktywowane przez proteazy – dochodzi do paraliżu układu pokarmowego bądź paraliżu ogólnego, larwa owada zaprzestaje żerować i w krótkim czasie zamiera.

Niektóre rośliny GMO mają wszczepione geny bakterii *B. thuringiensis*. Dzięki temu roślina sama produkuje toksyny śmiertelne dla szkodników. Obecnie

rolnictwo korzysta z ponad 30 takich genetycznie modyfikowanych roślin, m.in. kukurydzy, bawełny, ziemniaka, rzepaku, ryżu, brokuła, orzechów ziemnych, obo-rzyny i tytoniu.

9.1.4. Pierwotniaki

Gatunki owadobójcze pierwotniaków stwierdzono w sześciu gromadach. Stadium infekcyjnym są cysty lub spory. W jelicie gospodarza wychodzą z nich sporo-zoity, które przenikają do tkanek owadów. Mechanizm oddziaływania może być dwojaki. Część gatunków nie niszczy tkanek żywicieli (np. żyjące w świetle jelita) oraz nie powoduje ich śmierci, nawet mimo wysokiej liczebności. Co najwy-żej osłabiają gospodarza i nieznacznie przerzedzają populację. Są jednak gatunki, których intensywny rozwój w konkretnych tkankach (gonady, układ nerwowy, nabłonek jelita) prowadzi do ich rozległej degradacji oraz wysokiej śmiertelności zarażonych osobników.

9.2. Pożyteczne makroorganizmy

9.2.1. Muchówki

Bzygowate i pryszczarkowate należą do jednych z najważniejszych wrogów natu-ralnych mszyc. Bzygi mają paskowany odwłok oraz brązowe duże oczy. Drapież-ny tryb życia prowadzą jednak larwy, które – w zależności od gatunku – w czasie swojego życia zjadają do 1000 pluskwiaków. Gdy tych zabraknie, polują na młod-sze stadia gąsienic motyli, skorki lub wciornastki. Zielonkawe łezki przyczepione do spodniej strony blaszki liściowej są stadium poczwarkowym bzygowatych.

Pryszczarek mszycojad również ogranicza występowanie mszyc. Samica skła-da jaja w pobliżu ich kolonii. Po wylęgu larwy paraliżują pluskwiaki i wysysają zawartość ich ciał.

9.2.2. Błonkówki

Na uwagę zasługują mszycarzowate. To niewielkie owady. Osobniki dorosłe skła-dają do ciała mszyc po jednym jaju, z których rozwija się larwa wyjadająca wną-trze żywiciela. Tam też się przepoczwarza. Wówczas ciało mszycy rozrywa się i twardnieje, przybierając postać brązowej mumii. Dorosła błonkówka wylatuje na zewnątrz przez wygryziony w niej otwór.

Do innych pożytecznych błonówek zaliczamy również niewielkich rozmi-arów: kruszynkowate – atakujące jaja wielu motyli, chrząszczy, muchówek; gąsie-nicznikowate oraz bleskotkowate – parazytoidy gąsienic i poczwarek śmietki cwi-klanki.

9.2.3. Sieciarki

Bardzo popularnymi wrogami naturalnymi są złotooki, w tym najbardziej liczny złotook pospolity (fot. 39). Ciało dorosłych osobników o długości 1,0–1,5 cm jest zielonkawe, po stronie brzusznej bywa ciemniejsze. Skrzydła są delikatne, podługzne, również zielonkawe, gęsto usiane żyłkami. W okresie jesiennym owady, szukając schronienia, często wlatują do domów, piwnic, na strychy, by przeetrwać mrozy. Wiosną złotooki są blad różowe lub jasnobrązowe. Należy umożliwić im opuszczenie zimowych kryjówek, otworzyć okna lub po prostu wynieść je na zewnątrz. Samice przelatują na tereny, gdzie mogą złożyć jaja, często w koloniach mszyc na trzmielinie i czeremsze. Jaja składają zazwyczaj na spodniej stronie blaszki liściowej, na styliku, czyli krótkiej, delikatnej nitce stanowiącej strukturę sztywniejącą na powietrzu, wydzielaną przez gruczoły odwłokowe samicy. Płodność jednej wynosi 300–400 jaj. Larwy są bardzo żarłoczne i podobnie jak larwy biedronek dość ruchliwe. W ciągu dnia każda zjada 20 mszyc lub 300 przędziorków, a w czasie całego życia ponad 600 mszyc, kilkaset jaj i innych stadiów rozwojowych szkodników. Larwy zaopatrzone są w mocne i duże, łukowato wygięte żuwaczki dwukrotnie przekraczające długość głowy. Przez znajdujący się wewnątrz kanalik wstrzykują schwytanej ofierze enzymy, które trawią ofiarę, a następnie ją wysysają.



Fot. 39. Złotook (fot. A. Ulatowska)

9.2.4. Chrząszcze

Bardzo ważną rolę w środowisku rolniczym odgrywa fauna epigeiczna, czyli związana z powierzchniową warstwą gleby. Chrząszcze biegaczowate stanowią jedną z najbogatszych rodzin wśród chrząszczy i liczą ponad 32 tysiące opisanych do tej pory gatunków. Fauna Polski liczy ponad 500 gatunków oraz kilkanaście podgatunków. Większość Carabidae stanowią drapieżcy niewyspecjalizowani, a ich pokarmem na polach uprawnych są pluskwiaki, młodsze stadia rozwojowe chrząszczy, muchówek, motyli, a także szkodniki z innych gromad, np. ślimaki. Oprócz pokarmu zwierzęcego biegaczowate odżywiają się również nasionami chwastów. To kolejny czynnik przemawiający za tym, aby uznać tę grupę za szczególnie pożyteczną. Owszem są gatunki, które w warunkach naszego kraju mogą powodować szkody – doskonale znany plantatorom zbóż łośka garbatek lub liczne gatunki rodzaju *Amara* – ale patrząc z perspektywy całego zgrupowania nie ma to większego znaczenia.

Bardzo ciekawą grupę stanowią gatunki należące do rodzaju *Carabus*, czyli biegacze. Są to dość charakterystyczne, duże owady, osiągające rozmiar kilku centymetrów (fot. 40). Pokrywy wielu gatunków pokryte są różnymi uwypukleniami w postaci kreszeczek, rowków lub punktów; są czarne, ciemnobrązowe lub zielonozłote z połyskiem (gatunki związane z agrocenozami są zazwyczaj ciemno umaszczone). Ich oczy znajdują się po bokach głowy, są ciemne i wypukłe. Przyszły posiłek opluwają kwasem, a następnie wysysają rozpuszczone tkanki. Chrząszcze zazwyczaj polują nocą. Larwy również są pożyteczne. Mają silne żuwaczki i trzy pary odnóży tułowiowych. Żywią się gąsienicami motyli, ślimakami i dżdżownicami. Do niedawna wszystkie biegacze były objęte ochroną całkowitą. Od pewnego czasu tak komfortową sytuację, za sprawą zmian prawnych, mają jedynie niektóre gatunki.

Kusakowate, podobnie jak biegaczowate, w krajobrazie rolniczym stanowią jedną z najważniejszych grup epigeicznych chrząszczy, a często nawet pod względem liczebności ją przewyższają. Wielkość ich ciała waha się w granicach od 1 do 30 mm. Typowy przedstawiciel kusakowatych ma wydłużone i grzbietobrzuszenie spłaszczone ciało z twardymi, skróconymi pokrywami, które nie zakrywają wszystkich segmentów odwłoka. Istnieją jednak gatunki, u których pokrywy nakrywają cały odwłok. Chrząszcze są zazwyczaj ciemno ubarwione z metalicznym połyskiem. Barwa pokryw jest zróżnicowana, w zależności od gatunku. Dzięki silnym odnóżom potrafią szybko biegać. Charakterystyczną cechą kusakowatych jest to, że w czasie szybkiego poruszania trzymają ruchliwy odwłok zagięty do góry. Niektóre gatunki mogą wytryskiwać po zaatakowaniu drażniącą ciecz, a jeszcze inne zawierają w ciele trujące substancje. Wszystkie larwy i większość dorosłych są higrofilami, czyli organizmami wymagającymi do życia dużej wilgotności środowiska. Wykazują aktywność zmierzchową i nocną. W Polsce



Fot. 40. Chrzęszcze biegaczowate redukują populacje ślimaków, chrząszczy, motyli oraz błonkówek (fot. A. Ulatowska)

odnotowano obecność ponad 1400 gatunków. Ich pożyteczna rola polega na ograniczaniu występowania wielu szkodników, takich jak mszyce, larwy lub gąsienice wielu chrząszczy, motyli czy błonkówek.

Równie efektywne są chrząszcze z rodziny trzyszczowatych, choć w Polsce reprezentowane przez zaledwie kilka gatunków.

Biedronkowate należą do jednych z najbardziej pospolitych organizmów pożytecznych. W Polsce występuje ponad 70 gatunków. Wygląd chrząszczy jest doskonale znany. Ciało larw jest wydłużone, zazwyczaj ciemnoszare lub czarne z pomarańczowymi plamami i licznymi wypustkami na grzbiecie i bokach ciała (fot. 41). Zaopatrzone jest również w trzy pary odnóży krocnych. Dzięki nim larwy zwinnie i szybko poruszają się po roślinach w poszukiwaniu pokarmu, którym są przeważnie mszyce. Apetyt chrząszczy i stadiów larwalnych jest ogromny. Jeden chrząszcz może zjeść w ciągu dnia nawet 250 mszyc, larwa z kolei w ciągu swojego około jednomiesięcznego życia zjada ich nawet 2000. Biedronki atakują także inne szkodniki – larwy muchówek i chrząszczy, a także młode gąsienice motyli. Mogą również stanowić broń przeciwko przedziorkowi chmielowcowi. Jedną z najmniejszych krajowych biedronek – skulik przedziorkowiec – jest wyspecjalizowaną drapieżką przedziorków (fot. 42). Atakuje wszystkie jego stadia rozwojowe, łącznie z jajami. Skulik pojawia się zwykle na przełomie kwietnia i maja,



Fot. 41. Larwy biedronek są pogromcami mszyc (fot. A. Ulatowska)



Fot. 42. Skulik przędziorkowiec pojawia się na plantacjach zasiedlonych przez przędziorka chmielowca (fot. A. Ulatowska)

a liczniej w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego. Dobrze znosi wysoką temperaturę i jest tolerancyjny w stosunku do niskiej wilgotności względnej powietrza.

Omomiłkowate to liczna rodzina chrząszczy występujących głównie w strefie klimatu umiarkowanego. Omomiłki mają wydłużone ciało o delikatnej, miękkiej budowie, zaś pod względem ubarwienia są zazwyczaj czerwono- lub pomarańczowo-czarne. Ich dieta jest bardzo zróżnicowana. W dużej mierze są drapieżnikami, które polują na drobne owady o miękkiej budowie ciała, takie jak mszyce czy małe gąsienice. Niektórym gatunkom zdarza się upolować znacznie większe stworzenia, jak koziulki. Oprócz tego omomiłki pożerają również martwe owady, a także zlizują skapującą na liście spadź. Od czasu do czasu uzupełniają też swoją dietę o pokarm roślinny, głównie w postaci kwiatowego pyłku. Szczególnie upodobały sobie rozłożyste baldachy roślin z rodziny selerowatych. Larwy omomiłków również są drapieżnikami, które polują na inne bezkręgowce, takie jak ślimaki czy larwy innych owadów.

9.2.5. Ważki

Kolejnym pogromcą szkodników są ważki, których liczebność na polach wzrasta wraz z ilością pobliskich zbiorników wodnych. Należą do najstarszych ewolucyjnie współcześnie żyjących owadów. Ich sukcesy łowieckie stanowią wypadkową niesamowitej szybkości i zwinności oraz niezwykle czułego widzenia. Ważki są w stanie przewidzieć tor poruszania ofiary i lecą „na zbliżenie”. Polują na owady latające – muchy i komary, bąki bydlęce, ćmy i wiele innych. Wzrok jest najlepiej rozwiniętym zmysłem wszystkich ważek. Oczy niektórych gatunków zajmują większą część głowy i są doskonale przystosowane do drapieżnego trybu życia. Zbudowane są z wielu podelementów zwanych fasetkami, ułożonych gęsto jak w plastrze miodu. Im więcej tych oczek, tym dokładniejszy jest widziany obraz. Oczy ważek składają się z 40 000 fasetek, co stanowi ogromną liczbę w porównaniu z innymi owadami. Przykładowo mrówka ma w oku tylko kilkanaście fasetek.

9.2.6. Cęgosze

Skorki prowadzą skryty tryb życia, źle reagują na światło. W ich diecie znajdują się m.in. mszyce, gąsienice motyli sówkowatych oraz larwy stonki ziemniaczanej.

9.2.7. Pająki

Stanowią najliczniejszy rząd w obrębie gromady pajęczaków. Polskę zamieszkuje ponad 800 gatunków. Są szeroko rozpowszechnione w środowisku lądowym i w agroekosystemach, stanowią jedną z najliczniejszych grup stawonogów epigeicznych. Gatunki występujące na polach uprawnych są na ogół mniejsze niż w la-

sach czy na łąkach, chociaż zdarzają się pojedyncze osobniki także dużych gatunków, np. tygrzyka paskowanego. Pająki odżywiają się głównie owadami, a sposób chwytania zdobyczy jest u nich bardzo różny. Zdecydowana większość należy do grupy pajaków sieciowych, co oznacza, że ofiary łowią w sposób bierny do sieci, a nie aktywnie przeszukując liście. Oznacza to również, że są niewyspecjalizowanymi drapieżcami i żywią się tym, co wpadnie do pułapki, również organizmami pożytecznymi. Zmniejszają populację szkodliwych błonkówek, motyli, muchówek i chrząszczy.

Istotnym elementem oporu środowiska są również liczne kręgowce, których aktywność w znaczący sposób ogranicza występowanie i straty powodowane przez szkodniki.

9.2.8. Dżdżownice

To nieco inny typ organizmu pożytecznego. Ich rola w środowisku i obiegu materii jest nieoceniona. Przez drążenie chodników, mieszanie nieorganicznej części gleby z organiczną oraz tworzenie koprolitów odgrywają istotną rolę w kształtowaniu struktury gruzelkowej gleb. Sprzyjają procesom tworzenia się próchnicy. Łączna długość chodników wydrążonych przez licznie występujące dżdżownice jest imponująca. Szacuje się, że blisko 60% wszystkich wolnych przestrzeni w glebie jest rezultatem działania tych organizmów. Wobec opisanych powyżej korzystnych przemian powodowanych przez te pierścienice, oczywistym jest, że mają olbrzymi pozytywny wpływ na wielkość i jakość plonów.

9.2.9. Nicień

Największe znaczenie mają nicień z rodzin Steinernematidae i Heterorhabditiidae. Te pierwsze są szeroko rozpowszechnione prawie na wszystkich kontynentach. W Polsce występują w agrocenozach, na terenach leśnych, zieleni miejskiej, ogrodów przydomowych, a także na obszarach skażonych zanieczyszczeniami przemysłowymi. Nicień z wyżej wymienionych rodzin mają szeroki krąg żywicieli, ale wykazują pewne preferencje co do gatunku gospodarza. Największą podatność na porażenie nicieńmi wykazują owady, których cykl rozwojowy związany jest z glebą – motyle, chrząszcze, muchówki.

Szczególną rolę w życiu nicien odgrywają larwy inwazyjne, które jako jedyne mogą przebywać w glebie, poza ciałem żywiciela, i są doskonale przystosowane do zmieniających się warunków środowiska. Mają liczne mitochondria oraz ciała tłuszczowe zabezpieczające je przed śmiercią z wygłodzenia, w czasie gdy nie pobierają pokarmu (na tym etapie mają uwstecznioną torebkę gębową oraz zamkniętą gardziel). Dodatkowo oskórek zabezpiecza je m.in. przed wysychaniem. Larwy te są ściśle powiązane z symbiotycznymi bakteriami umożliwiającymi

uśmiercenie potencjalnego gospodarza. W zależności od przyjętej strategii larwy inwazyjne wyczekują lub aktywnie poszukują potencjalnych żywicieli w środowisku. Gdy natrafią na właściwego owada, przedostają się do jego wnętrza przez naturalne otwory (otwór gębowy, odbyt, przetchlinki) lub rany spowodowane mechanicznym uszkodzeniem. Mogą także wydzielać enzymy, które częściowo rozpuszczają chitynowy oskórek, co pozwala im na проникnięcie przez kutikulę. Nicienie z grupy Heterorhabditidae dodatkowo wykorzystują ząb dorsalny do przerwania błon międzysegmentalnych i w ten sposób również infekują owady. Stwierdzono także bierną transmisję wraz z pokarmem lub wodą. W trakcie poszukiwania gospodarza nicienie kierują się zmysłem chemicznym, reagując na różnego rodzaju czynniki związane z biologią owadów, takie jak: odchody, bakterie symbiotyczne, zawartość jelita, gradient chemiczny wytworzony przez obecność owada, a także stężenie CO_2 i temperatura.

Nicienie z rodziny Steinernematidae i Heterorhabditidae mają wiele zalet, które predysponują je do wykorzystania w biologicznej ochronie roślin – przede wszystkim są bezpieczne dla środowiska oraz zwierząt stałocieplnych. Potencjał infekcyjny nicieni owadobójczych jest ogromny. Z doświadczeń laboratoryjnych wynika, że rodzina Steinernematidae może porażać ponad 350 gatunków owadów z 13 rzędów. Masowa produkcja tych bezkręgowców jest stosunkowo mało kosztowna i nieskomplikowana, co zwiększa ich konkurencyjność w stosunku do insektycydów. Nicienie przez długi czas mogą pozostać aktywne w środowisku i przetrwać niekorzystne warunki. Larwy inwazyjno-przetrwalnikowe mogą przechodzić w kilkuletni stan diapauzy. Szeroki krąg potencjalnych żywicieli może potęgować skuteczność nicieni w agrocenozach, np. gdy występuje kilka agrofagów jednocześnie. Jednakże, jak wcześniej wspomniano, każdy z gatunków wykazuje pewne preferencje odnośnie gospodarzy. Skuteczność biopreparatów z nicieniami owadobójczymi może być wysoka: 60–80% w redukcji opuchlaków, 50–95% w zwalczaniu ziemiórek w pieczarkarniach, 60–83% w przypadku pędraków ogrodnicy niszczylistki, 65% u drutowców. Planując zabiegi biologiczne z wykorzystaniem nicieni owadobójczych, trzeba jednak uwzględnić szereg czynników wpływających na skuteczność biopreparatów, jak: warunki meteorologiczne, odpowiednia wilgotność gleby czy stopień zagęszczenia szkodników. Nie można zapominać, że działanie preparatów biologicznych wymaga czasu i nie można oczekiwać natychmiastowych rezultatów. Uwolnione nicienie często spotykają się z naturalnym oporem środowiska, ograniczającym ich aktywność biologiczną. Na zdolność inwazji nicieni oraz ich skuteczność w ograniczaniu populacji owadów wpływa wiele czynników biotycznych i abiotycznych. Kluczowymi czynnikami abiotycznymi są: struktura środowiska glebowego, odczyn gleby oraz znajdujące się w niej metale ciężkie. Przykładem może być ołów (II), którego szkodliwe oddziaływanie na nicienie entomofilne stwierdzono wielokrotnie. Co do odczynu, to optymalne pH środowiska glebowego dla wielu organizmów

w nim występujących mieści się w zakresie 5,5–7,2. Wykazano, że obniżenie oddziaływania gleby nie wpływa korzystnie na przeżywalność i inwazyjność larw nicieni. Struktura środowiska glebowego także ma istotne znaczenie. W podłożach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych notuje się największą przeżywalność i aktywność tych zwierząt.

9.3. Zagrożenia dla organizmów pożytecznych

Stwierdzono bardzo silne ubożenie składu gatunkowego grzybów owadobójczych na obszarach poddanych antropopresji, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, rolniczych oraz zdegradowanych w wyniku działalności przemysłowej. Badania pokazują, że uprawy jednoroczne roślin zbożowych i okopowych można uznać za ubogie pod względem frekwencji i różnorodności grzybów entomopatogenicznych. Lasy, parki, rezerваты przyrody, mokradła i tereny ostojowe oraz ich strefy ochronne należą do optymalnych środowisk sprzyjających zachowaniu ich bogactwa gatunkowego. W związku z tym celowe jest zachowanie w strukturze krajobrazu elementów o cechach użytków ekologicznych, szczególnie skupisk wielopiętrowej roślinności drzewiastej, łąk, zadarnionych miedz, bagien, oczek wodnych, szuwarów, skarp, przydroży itp. Co do aspektu agrotechnicznego postuluje się ograniczenie do niezbędnego minimum liczby i rodzaju zabiegów uprawowych oraz ochronnych.

Za bardzo wrażliwe na wszelkie zmiany powodowane przez człowieka w środowisku naturalnym uznawane są także chrząszcze z rodziny biegaczowatych. Częste i głębsze ingerowanie w strukturę gleby jest czynnikiem wpływającym niszcząco na rozwój ich larw, a w konsekwencji na redukcję populacji imago. Intensywny sposób gospodarowania na terenach rolniczych, częste zabiegi agrotechniczne, stosowanie pestycydów, wpływają destrukcyjnie na liczebność i zróżnicowanie gatunkowe karabidofauny (ogół taksonów chrząszczy z rodziny biegaczowatych). Z tego powodu biegaczowate traktowane są jako dobre bioindykatory zmian zachodzących w środowisku rolniczym. Szczególnie ważne są warunki glebowe, jak choćby: typ gleby, jej kwasowość oraz wilgotność czy zacienienie podłoża przez rośliny uprawne lub chwasty. Roślinność i resztki roślin przykrywające glebę stwarzają określony mikroklimat, pośrednio wpływający na te zwierzęta. Zwiększona bioróżnorodność szaty roślinnej w agrocenozach oddziałuje pozytywnie na liczebność i strukturę zgrupowania chrząszczy tej grupy.

Kusakowate (Staphylinidae) również mają wiele cech pozwalających na uznanie ich za dobre organizmy wskaźnikowe zmian w agroekosystemach. Niestety, wpływ zabiegów uprawowych na kusakowate jest poznany w jeszcze mniejszym stopniu niż na biegaczowate. Wiadomo, że stosowanie naturalnych nawozów oraz pozostawianie resztek poźniwnych wpływają pośrednio na zwiększenie liczby kusakowatych przez zwiększenie dostępności bazy pokarmowej (większa liczba larw muchówek) oraz zwiększenie wilgotności środowiska.

Zarówno biegaczowate, jak i kusakowate stanowią istotny element oporu środowiska wobec gatunków fitofagicznych zagrażających uprawom. Ważną funkcją w utrzymaniu ich bioróżnorodności, zarówno w przypadku agrocenoz, jak i urbi-cenoz, jest pozostawianie różnego rodzaju enklaw zieleni w postaci zadrzewień i zakrzewień na terenach poddawanych ciągłej antropopresji.

Wypada również wspomnieć o owadach zapylających. Plon i jakość buraka cukrowego nie jest uzależniony od ich aktywności. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę, że 80% wszystkich roślin rosnących na Ziemi wymaga do prawidłowego rozmnażania aktywności zapylaczy, ważne jest podejmowanie działań, które je chronią. Pszczoły mogą pobierać pożytek z kwitnących na polu chwastów lub zbierać spadź wydzielaną przez mszyce. Dlatego opryskiwanie plantacji należy wykonywać po powrocie pszczół do ula, czyli najlepiej wieczorem. Wpis „nie dotyczy” w etykiecie preparatu odnoszący się do zapylaczy, nie powinien wzbudzać całkowitego zaufania. Preparat jest dla nich bezpieczny, ale w konkretnych warunkach jego zastosowania. W instrukcjach umieszczone są ostrzeżenia i wytyczne, np. *„Nie używać w miejscach, gdzie pszczoły mają pożytek”, „Nie stosować na rośliny uprawne w czasie kwitnienia”, „Nie stosować, kiedy występują kwitnące chwasty”*. Co więcej: *„Usuwać chwasty przed kwitnieniem”, „Usuwać lub przykrywać ule podczas zabiegu...”*. Ignorowanie powyższych zaleceń, nieprawidłowy dobór terminu zabiegu (w tym niedostosowanie do warunków pogodowych) czy stosowanie niedozwolonych w danej uprawie preparatów, to główne przyczyny zatrucia pszczół w Polsce, za które odpowiedzialność ponoszą operatorzy opryskiwaczy.

9.4. Zalecenia dotyczące ochrony pożytecznej entomofauny

W celu ochrony pożytecznej entomofauny należy:

- decyzję o potrzebie przeprowadzenia zabiegu podjąć w oparciu o realne zagrożenie uprawy (oceniane na bieżąco) oraz, jeśli to możliwe, ograniczyć zabiegi do pasów przybrzeżnych lub miejsc występowania agrofaga,
- dokładnie zapoznać się z treścią etykiety – instrukcji stosowania dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzegać informacji w niej zawartych,
- wykonywać zabiegi w sprzyjających warunkach meteorologicznych, by nie dochodziło do znoszenia preparatu na tereny nieobjęte zabiegiem, zwłaszcza na kwitnące uprawy,
- wstrzymać się od wykonania zabiegu w przypadku, gdy pojawi się szkodnik nie jest liczny i towarzyszy mu obecność gatunków pożytecznych,
- stosować preparaty selektywne,
- mieć świadomość, że chroniąc zapylacze oraz wrogów naturalnych szkodników, chroni się także inne obecne na polu gatunki pożyteczne,
- pozostawiać miedze, remizy śródpolne i inne użytki ekologiczne, gdyż są miejscem bytowania wielu gatunków pożytecznych.

10. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI APLIKACJI ŚRODKA OCHRONY ROŚLIN

Na efektywność zabiegów ochrony roślin, oprócz wyboru odpowiedniego środka i terminu wykonania zabiegu, istotny wpływ ma dobór odpowiedniej aparatury i precyzja wykonywania zabiegów. Duże straty preparatów powstałe w trakcie wykonywania zabiegów ochronnych wskazują na potrzebę doskonalenia techniki opryskiwania roślin, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów decydujących o optymalnym nanoszeniu i wykorzystaniu zastosowanego środka ochrony roślin.

Znoszenie rozpylonej cieczy użytkowej w trakcie wykonywania zabiegów ochrony roślin jest szczególnie niebezpieczne zarówno ze względu na zagrożenie dla ochrony środowiska naturalnego, jak i ze względu na możliwość uszkodzenia roślin rosnących poza granicą chronionej plantacji. Współczesna ochrona roślin stawia wysokie wymagania m.in. technice ochrony roślin, ze szczególnym naciskiem na precyzyjną i przyjazną środowisku technikę opryskiwania (Kierzek i wsp. 2009). Dzięki wdrożeniu do produkcji nowoczesnych technologii w branży produktów dla rolnictwa, powstała nowoczesna aparatura do ochrony i wiele rozwiązań technicznych (np. precyzyjne rozpylacze rolnicze), które mogą przyczyniać się do znacznego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego (Wachowiak i Kierzek 2010). Takie działania mają na celu także uzyskanie stabilnej i skutecznej ochrony upraw przed agrofagami.

Jednym z najniebezpieczniejszych źródeł zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin podczas wykonywania zabiegów chemicznych są skażenia miejscowe. Powstają one najczęściej w miejscach przechowywania środków ochrony roślin, przygotowania cieczy użytkowej i mycia opryskiwacza, składowania opakowań oraz w mniejszym stopniu w miejscach nieprawidłowo przeprowadzanych zabiegów chemicznych (np. w miejscu rozpoczynania zabiegu, na uwrociach i wznowieniach opryskiwania).

W celu uniknięcia lub przeciwdziałania powstawania skażeń należy na każdym etapie postępowania ze środkami ochrony roślin stosować właściwą organizację pracy i dostępne środki techniczne, zgodnie z kluczowymi zasadami dobrej praktyki ochrony roślin lub wdrażanego Kodeksu Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin (DPOOR) (Doruchowski i Hołownicki 2008).

10.1. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

10.1.1. Dobór opryskiwacza

Poprawność wykonania i właściwe przygotowanie zabiegu zagwarantuje wysoką skuteczność oraz pełne bezpieczeństwo ochrony, przez ograniczanie lub niwelowanie wszelkich skażeń i zagrożeń. Podstawą skuteczności zabiegów ochrony roślin jest odpowiednio przygotowany, sprawny i dobrze wyposażony opryskiwacz.

Niewłaściwy dobór aparatury do ochrony roślin lub nieodpowiednie wykonywanie zabiegu może prowadzić do poważnych uszkodzeń na plantacjach roślin. Wiele roślin uprawnych odznacza się dużą podatnością na uszkodzenia powstające w trakcie wykonywania zabiegów.

Przed wschodami roślin do zabiegów powinny być używane ciągniki o szerokich oponach, względnie z kołami bliźniaczymi, aby możliwe było jak największe ograniczenie ugniatania gleby przez sprzęt. Natomiast po wschodach, gdy rzędy roślin są wyraźnie widoczne, konieczne jest stosowanie opon wąskich, aby przejazd ciągnika nie uszkadzał roślin. Wykonywanie zabiegów z użyciem nawet najbardziej dopasowanego ciągnika, ale w późniejszych fazach rozwojowych (gdy rośliny zaczynają zakrywać międzyrzędzia (np. u buraka), związane jest zawsze z pewnymi uszkodzeniami roślin. Uszkodzenia te dotyczą w zasadzie czterech rzędów roślin bezpośrednio sąsiadujących z kołami ciągnika.

Dopasowanie rozstawu kół i szerokości opon musi uwzględniać szerokość międzyrzędzi uprawy. Zasadą opryskiwania upraw rzędowych jest to, aby pod całą belką opryskiwacza mieściła się całkowita (bez reszty) i parzysta liczba rzędów roślin. Gwarantuje to podczas kolejnych nawrotów opryskiwacza równomierne naniesienie preparatu na całą powierzchnię plantacji. Dla powszechnie stosowanej rozstawy rzędów w burakach (45 cm) warunek ten spełniają belki polowe o szerokości roboczej 18 m i 36 m oraz rzadko stosowane w praktyce rolniczej belki o szerokości 13,5 m. Nieprecyzyjnie spełniają te oczekiwania bardzo popularne belki o szerokości roboczej 12 m i 24 m oraz 30 m (tab. 34). Używanie belki o niedostosowanej szerokości roboczej rozstawy rzędów niesie ryzyko nierównomiernego nanoszenia cieczy użytkowej na rośliny rosnące na granicy kolejnych nawrotów opryskiwacza. Może się to objawiać naniesieniem zmniejszonej ilości preparatu na skrajnym rzędzie i obniżeniem skuteczności biologicznej lub powstaniem objawów fitotoksycznych wskutek dodatkowego traktowania ostatniego rzędu w trakcie kolejnego przejazdu opryskiwacza. Stosowanie dużych szerokości roboczych opryskiwacza zmniejsza proporcjonalnie powierzchnię roślin uszkodzonych przez ciągnik, gdyż zmniejsza się liczba przejazdów roboczych. Opryskiwacze przyczepiane, wyposażone w belki polowe o dużych szerokościach roboczych, przetaczane są na własnym podwoziu i trzeba pamiętać, aby

Tabela 34. Liczba opryskiwanych rzędów buraków w zależności od szerokości roboczej opryskiwacza

Szerokość robocza opryskiwacza [m]	Liczba opryskiwanych rzędów dla rozstawu rzędów 45 cm
10	22,2
12	26,7
13,5	30,0
18	40,0
24	53,3
30	66,6
36	80,0
40	88,9

rozstaw kół opryskiwacza był dopasowany do szerokości międzyrzędzi i rozstawu kół współpracującego ciągnika. Najmniejsze uszkodzenia mechaniczne na plantacjach chronionych roślin powodują opryskiwacze samojezdne o dużym prześwicie podwozia, wąskich oponach, regulowanej rozstawie kół i szerokościach roboczych belek przekraczających 18 m.

Ważnym czynnikiem powodującym uszkodzenia mechaniczne roślin jest zbyt mały prześwit większości stosowanych w krajowym rolnictwie ciągników rolniczych. Z ciągników powinny zostać zdemontowane wszystkie niezbędne w czasie takich prac uchwyty, zaczepy lub sworznie, które mogą w czasie przejazdu przez plantacje kaleczyć i uszkadzać liście roślin. Ciągniki używane do napędu opryskiwaczy zawieszanych powinny mieć zdjęte obciążniki z tylnych kół, gdyż rolę dociążenia tylnej osi spełnia wówczas zamontowany opryskiwacz.

Opryskiwacze rolnicze wyposażone w pomocniczy strumień powietrza (PSP) wykorzystują go jako wspomagający nośnik rozpylanej cieczy oraz czynnik przeciwdziałający znoszeniu kropel i poprawiający równomierność nanoszenia cieczy użytkowej na wszystkie części opryskiwanych roślin. Zaletą opryskiwaczy z rękawem powietrznym jest ich wysoki poziom bezpieczeństwa, gdyż zabieg ochronny może być wykonywany w optymalnym terminie, by działanie środka ochrony roślin było najbardziej efektywne. W opryskiwaczach z PSP jest możliwe zastosowanie rozpylaczy wytwarzających drobne krople (najlepsze efekty w pokryciu roślin cieczą) nawet przy wietrznej pogodzie, gdy użycie technik tradycyjnych jest niemożliwe z powodu zagrożenia znoszeniem. W uprawie buraka cukrowego w związku z koniecznością wykonywania regularnych zabiegów na małe rośliny (np. zwalczanie chwastów)

wykorzystanie opryskiwaczy z PSP jest uzasadnione i celowe. Z doświadczeń wynika, że znoszenie cieczy, jakie powstaje w trakcie stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania, przy prędkości wiatru do 3 m/s, jest na tym samym poziomie, jak przy użyciu opryskiwaczy z PSP pracujących w warunkach wietrznej pogody (nawet do 8 m/s). Ponadto opryskiwacze z PSP są bardziej wydajne (zużywają zazwyczaj 50% mniej dawki wody) i są w stanie opryskać w krótszym czasie dużo większą powierzchnię niż aparatura tradycyjna.

10.1.2. Kalibracja opryskiwacza

Właściwa kalibracja opryskiwacza, czyli ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w procesie regulacji, pozwala na stosowanie optymalnych parametrów zabiegu, dostosowanych do rodzaju opryskiwanych obiektów (rośliny lub gleba) z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków agrotechnicznych i pogodowych. Wykonując zabiegi z użyciem środków chemicznych, należy optymalnie wykorzystać ciecz użytkową oraz zawarty w niej środek chemiczny, aby ustrzec się przed skutkami ewentualnych błędów, w postaci braku lub obniżenia skuteczności zabiegu, wyższych kosztów ochrony oraz skażenia środowiska.

W procesie kalibracji ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają realizację założonej dawki cieczy na hektar przy wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza.

Prowadzenie zabiegów opryskiwania w integrowanych systemach ochrony upraw wymaga od rolnika bardzo częstych zmian parametrów roboczych zabiegu. Każda taka zmiana wymaga ponownej kalibracji opryskiwacza. Niezbędne jest więc, aby każdy rolnik potrafił przeprowadzić natychmiast właściwie całą procedurę kalibracyjną opryskiwacza. Dokonuje się jej w następującej kolejności:

1. Na podstawie etykiety – instrukcji stosowania – ustala się dawkę preparatu na hektar, zalecaną ilość wody na hektar oraz określa się, jaki rodzaj opryskiwania preferowany jest do zwalczania danego agrofaga (drobnokroplisty, średniokroplisty, grubokroplisty czy bardzo grubokroplisty).
2. Dokonuje się pomiaru prędkości jazdy opryskiwacza na odcinku 100 m w sekundach dla wybranego biegu ciągnika i ustalonych obrotów silnika (jazdę ciągnikiem wykonujemy na takim samym lub zbliżonym podłożu, na którym wykonywać będziemy zabiegi). Wynik pomiaru podstawia się do następującego wzoru:

$$V = 360/t,$$

gdzie:

V – prędkość jazdy ciągnika [km/h],

t – czas przejazdu odcinka 100 m [s].

3. Oblicza się, jakie powinno być natężenie wypływu cieczy z jednego rozpylacza, aby zapewnić zużycie zaplanowanej ilości cieczy na hektar. Obliczenie wykonywane jest za pomocą następującego wzoru:

$$q = \frac{Q \times V \times s}{600 \times n} ,$$

gdzie:

q – wydatek cieczy jednego rozpylacza [l/min],

Q – zaplanowane wydatkowanie cieczy [l/ha],

V – prędkość jazdy ciągnika [km/h],

s – szerokość robocza opryskiwacza [m],

n – liczba rozpylaczy na belce polowej.

4. Spośród dostępnych rozpylaczy wybiera się taki, który zapewni w warunkach ustalonego ciśnienia właściwy rodzaj opryskiwania i ma natężenie wypływu q zbliżone do obliczonego (dane w tabelach, instrukcjach, prospektach).
5. Wybrane rozpylacze zakłada się na belkę polową opryskiwacza i wykonuje pomiar natężenia wypływu wody z poszczególnych rozpylaczy do naczyń miarowych. Odchylenie w wydatkowaniu pomiędzy poszczególnymi rozpylaczami nie może być większe niż 5% od średniej. Jeśli średni wynik różni się od przyjętego wydatku cieczy z jednego rozpylacza q , należy wprowadzić korektę, zmieniając ciśnienie i ponownie wykonać pomiar natężenia wypływu dla co najmniej czterech rozpylaczy.
6. Pomiary należy prowadzić do czasu, aż uzyska się wynik zapewniający zastosowanie przyjętej ilości wody na hektar i w efekcie przyjętej dawki preparatu prawidłowo naniesionej na całą chronioną powierzchnię.

Ponowną kalibrację należy przeprowadzać, gdy zmieniamy rodzaj aplikacji i grupę środków ochrony roślin (np. z herbicydu na fungicyd), zmieniamy dawkę cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów pracy opryskiwacza (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Procedurę kalibracji wykonujemy na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczowej), a także zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Co pewien czas powinno się kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. Częstotliwość takich kontroli powinna zależeć od intensywności używania opryskiwacza w sezonie wegetacyjnym, a także w sytuacjach koniecznych (np. awaria układu sterowania i kontroli wydatkowania cieczy).

W trakcie kalibracji opryskiwacza do zabiegu należy zwrócić uwagi na to, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy pamiętać, aby używać zawsze tego samego numeru i koloru rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie

Tabela 35. Oznaczenie rozpylaczy (międzynarodowe kody ISO)

Kolor rozpylacza	Rozmiar (kod)	Wydatek [l/min]*
Pomarańczowy	01	0,4
Zielony	015	0,6
Żółty	02	0,8
Niebieski	03	1,2
Czerwony	04	1,6
Brązowy	05	2,0
Szary	06	2,4

* wydatek jednostkowy z rozpylacza przy ciśnieniu roboczym 3,0 bar

cieczy na hektar. Zgodnie z międzynarodową normą ISO oznakowanie wydatku rozpylaczy zostało ujednolicone przez stosowanie różnych kolorów i kodów cyfrowych (tab. 35). Dzięki temu w prosty sposób można określić wydatek jednostkowy rozpylacza (intensywność wypływu cieczy w jednostce czasu przy tym samym ciśnieniu roboczym – 3 bar). Intensywność wypływu opisana jest cyframi: 015; 02; 03; 04; 05 itd.

Każdy opryskiwacz, którym wykonuje się zabiegi opryskiwania musi być sprawny. Dlatego użytkownicy sprzętu ochrony roślin są zobowiązani do cyklicznego obowiązkowego badania sprawności i stanu technicznego opryskiwaczy w SKO (Stacjach Kontroli Opryskiwaczy).

10.1.3. Sporządzanie cieczy użytkowej

Sporządzanie cieczy użytkowej może odbywać się zarówno na polu, jak i w gospodarstwie. Ciecz użytkową w gospodarstwie należy sporządzać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Ciecz użytkową należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiornikach nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. Zawsze przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne należy szczegółowo zapoznać się z etykietą – instrukcją stosowania, w której zawarte są niezbędne wskazówki i informacje dotyczące możliwości mieszania i stosowania tych środków. Preparaty chemiczne w formie proszków do sporządzania zawiesin wodnych, koncentratów zawieszinowych czy past należy wstępnie rozprowadzić w małej ilości wody, sporządzając zagęszczoną papkę, a następnie rozcieńczyć ją do konsystencji płynnej. Tak przygotowane preparaty, przy włączonym mieszadle cieczy,

wlewa się przez sito wlewowe do zbiornika opryskiwacza napełnionego częściowo wodą, a następnie dopełnia się zbiornik do żądanego poziomu. Po odmierzeniu płynnych środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. W celu ograniczania zagrożeń związanych ze skażeniami miejscowymi użytkownicy opryskiwaczy wyposażonych w rozwadniacze mogą sporządzać cieczy użytkową na polu, co jest często lepszym rozwiązaniem. Należy zawsze zwracać uwagę, aby przygotować tylko taką ilość cieczy użytkowej, która jest niezbędna do ochrony danej plantacji.

Podczas napełniania zbiornika wodą należy bacznie obserwować wskaźnik poziomu cieczy, aby nie doszło do przepełnienia zbiornika lub wypływania piany. Koniec przewodu zasilającego musi zawsze znajdować się ponad maksymalnym poziomem cieczy w zbiorniku i nigdy nie może mieć kontaktu z cieczą użytkową.

Po prawidłowym sporządzeniu cieczy użytkowej można przystąpić do wykonywania zabiegów ochronnych.

10.2. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin

10.2.1. Dobór dawki cieczy użytkowej

Dobór dawki cieczy użytkowej na hektar w zależności od rodzaju zabiegów ochronnych (zwalczanie chorób, szkodników i chwastów) powinien uwzględniać zalecenia zawarte w etykiecie – instrukcji stosowania środków ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typu posiadanego opryskiwacza i urządzeń rozpylających. W tabeli 36. zamieszczono zakresy dawek cieczy użytkowej podczas stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania i techniki wykorzystujące pomocniczy strumień powietrza (PSP), dla różnych środków ochrony roślin, sposobów ich działania oraz aplikowania.

Do wielu zabiegów ochronnych wybór zbyt małych dawek cieczy może być niekorzystny, gdyż wiązałoby się to z potrzebą użycia bardzo drobnych kropeł, co z kolei może prowadzić do wzrostu znoszenia i odparowania cieczy z kropeł lub nierównomiernego rozłożenia środka na roślinie. Dotyczy to głównie środków o działaniu kontaktowym (fungicydów i insektycydów), szczególnie w przypadku tych chorób lub szkodników, których skuteczne zwalczanie wymaga głębokiej penetracji roślin. Z kolei stosowanie nadmiernie wysokich dawek wody jest powodem ściekania cieczy z roślin. Aplikowanie wysokich dawek cieczy, powyżej granicy retencji (zdolność roślin do zatrzymywania cieczy), prowadzi do gorszego naniesienia środka, a także strat cieczy użytkowej, co w konsekwencji wpływa na wzrost kosztów zabiegu i skażenie gleby.

Podczas łącznego stosowania agrochemikaliów (jednoczesne stosowanie dwóch lub więcej środków (np. fungicydu + insektycydu, insektycydu + fungicydu + nawozu) wymagane jest zawsze ostrożniejsze postępowanie i odpowiedni

Tabela 36. Dawki cieczy użytkowej zalecane do wykonywania polowych zabiegów ochrony roślin

Środki ochrony roślin (ś.o.r.)	Sposób działania	Dawka cieczy [l/ha]	
		technika konwencjonalna	technika PSP*
Herbicydy	doglebowe	200–300	100–200
	nalistne	150–250	75–150
	desykacja	150–300	50–100
Regulatory rozwoju roślin		200–300	100–150
Fungicydy	rośliny we wczesnych fazach rozwojowych	150–300	75–150
	zwarte łany	200–300	100–150
Insektycydy	kontaktowe	150–300	100–150
	układowe	150–250	75–150
Nawozy płynne	doglebowe	150–300	100–200
	dolistne	150–300	100–150
	mieszanina ś.o.r. i nawozów	150–300	75–150

*technika wykorzystująca pomocniczy strumień powietrza

dobór parametrów pracy opryskiwacza. W zabiegach tych zaleca się stosowanie maksymalnej zalecanej dawki cieczy użytkowej podanej w etykiecie – instrukcji stosowania środków ochrony roślin.

10.2.2. Rodzaj opryskiwania i typ rozpylacza

Zalecenia zawarte w etykiecie – instrukcji stosowania środka ochrony roślin oraz aktualne warunki pogodowe determinują wybór rozpylacza na podstawie wymaganej wielkości kropel (kategorii kroplistości). Podział na różne rodzaje opryskiwania (bardzo drobno, średnio, grubo i bardzo grubokropliste) pozwala dobierać rozpylacze do poszczególnych zabiegów według kryteriów toksyczności preparatów, niebezpieczeństwa znoszenia i skuteczności biologicznej. Najczęściej wybierane są jeden lub dwa wymiary rozpylaczy, którymi wykonuje się zabiegi z użyciem herbicydów, fungicydów i insektycydów.

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie, na skuteczność biologiczną stosowanych środków ochrony roślin. Wyboru rozpylacza często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania. Wybór wielkości kropel wytwarzanych przez rozpylacz jest bardzo ważny w przypadku, gdy skuteczność działania danego preparatu jest uzależniona od jakości pokrycia opryskiwanej powierzchni, a także w celu poprawy bezpieczeństwa zabiegu i ograniczania zjawiska znoszenia.

W opryskiwaczach polowych w zabiegach ochrony roślin powinno się stosować przede wszystkim rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Rozpylacze płaskostrumieniowe oferowane są w wielu rodzajach i typach. Do najbardziej rozpowszechnionych typów rozpylaczy zalicza się: standard, o polepszonej jakości rozpylania (o rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych), niskoznoszeniowy (inaczej antyznoszeniowy lub przeciwnoznoszeniowy) oraz eżektorowy.

Podczas planowania zabiegu ochronnego należy uwzględnić ogólne zalecenia związane ze zwalczaniem konkretnego agrofaga i fazy rozwojowej traktowanych roślin. W doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi rozpylaczy oraz ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych.

Nowoczesne opryskiwacze wyposażane są w kilka kompletów rozpylaczy o różnej intensywności wypływu (wydatek jednostkowy na minutę z jednego rozpylacza w litrach). Wykonujący zabieg może sam zdecydować, jaki typ rozpylacza zastosować w określonej uprawie, fazie rozwojowej zwalczanego agrofaga lub chronionej rośliny oraz w aktualnie panujących warunkach meteorologicznych. Aby opryskiwacz w pełni spełniał wymagania polowe, powinien być wyposażony w minimum trzy komplety rozpylaczy, najlepiej: standardowy (o podwyższonej jakości rozpylania), antyznoszeniowy lub eżektorowy, o wymiarach 02; 03 i 04 (żółty, niebieski, czerwony).

Rozpylacze ograniczające znoszenie cieczy użytkowej, dzięki wytwarzaniu grubych i bardzo grubych kropel, polecane są do zabiegów wykonywanych w trudniejszych warunkach atmosferycznych. Do tej grupy należą tzw. rozpylacze niskoznoszeniowe i eżektorowe. Zamontowanie na opryskiwaczu rozpylaczy niskoznoszeniowych lub eżektorowych już o mniejszych rozmiarach (np. kolor żółty „02” lub niebieski „03”) pozwala na skuteczne i bezpieczne wykonywanie zabiegu w mniej korzystnych warunkach pogodowych, przy średnim zużyciu cieczy użytkowej od 100 do 300 l na hektar.

Standardowe rozpylacze niskoznoszeniowe mają wbudowaną w korpus ka-librowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy szczelinowej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel. Rozpylacze antyznoszeniowe (np. Albus ADI, TeeJet DG, Lechler AD, Lurmark-Hypro LD, DG TeeJet) nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowych, nalistnych), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz fungicydów. Podczas pracy tymi rozpylaczami ogranicza się znoszenie cieczy i w przeciwieństwie do rozpylaczy tradycyjnych (konwencjonalnych) nie trzeba zwiększać dawki cieczy użytkowej w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa zabiegu. W grupie rozpylaczy antyznoszeniowych popularnym rozwiązaniem są rozpylacze płaskostrumieniowe uderzeniowe Turbo TeeJet TT, które pracują w szerokim zakresie ciśnień roboczych (1–6 bar). Wytwarzają one szeroki i płaski strumień cieczy z dużą ilością większych kropel, zapewniając przy

tym równomierne pokrycie i penetrację opryskiwanych obiektów, jak i znaczące zmniejszenie znoszenia.

Rozpylacz eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy mniej korzystnych warunkach pogodowych, np. silniejszym wietrze. Rozpylacz te wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które, padając na roślinę, pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (np. Albuz AVI, Lechler ID, TeeJet AI, TeeJet Turbo TTI, Hardi Injet). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan, docierając do głęboko ukrytych części roślin. Wśród rozpylaczy eżektorowych są i takie, które wytwarzają znaczne ilości drobnych, napowietrzonych kropli odpornych na znoszenie (np. Guardian Air GA firmy Lurmark-Hypro). Rozpylacz eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu układowym.

Wdrożenie do praktyki rolniczej rozpylaczy eżektorowych dwustrumieniowych (np. Albuz AVI TWIN, Lechler IDKT, Lurmark GAT, Turbo TeeJet AITTJ60) znacznie poprawiło efektywność oraz bezpieczeństwo zabiegu. Rozpylacz eżektorowe o dwóch strumieniach płaskich (szczelinowe dwuotworowe) najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° (jeden skierowany w kierunku jazdy, a drugi do tyłu). Rozpylacz dwustrumieniowe wymagają bardzo dobrego systemu filtrowania cieczy, gdyż ich szczeliny rozpylające są dwukrotnie mniejsze niż w standardowym rozpylaczu jednostrumieniowym. Cechuje ich dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych, jak i pionowych powierzchni roślin. Dwa niezależne strumienie cieczy skierowane ukośnie poprawiają pokrycie i penetrację łanu, a system zwiększania objętości kropeł przez ich napowietrzanie sprawia, że krople opuszczające rozpylacz są mniej podatne na znoszenie. Jeszcze inną korzyścią może być możliwość wykonywania skutecznego i bezpiecznego zabiegu w warunkach znacznie niższej wilgotności powietrza i wyższych temperatur, gdyż większe krople nie ulegają tak szybkiemu odparowaniu, a szybciej docierają do różnych części roślin. W zabiegach nalistnych zastosowanie rozpylaczy dwustrumieniowych pozwala dokładniej pokryć cieczą użytkową nie tylko liście poziome, ale także pionowe części roślin, a także skutecznie nanosić herbicydy na chwasty jedno- i dwuliścienne, będące bardzo w małych fazach rozwojowych. Rozpylacz te mogą być z powodzeniem stosowane w uprawie buraku cukrowego, nie tylko do zabiegów zwalczania chwastów, ale także chorób i szkodników.

W optymalnych warunkach pogodowych dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych rozpylaczy standardowych i o podwyższonej jakości rozpylania. Wybór rozpylaczy w tej grupie jest największy. Rozpylacz standardowe (np. Albuz LP, TeeJet TP, Lechler ST, Lurmark SD, MMAT RS-MM) są uniwersalne w użyciu i dlatego można je stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób i szkodników, jak i chwastów. Wytwarzają one jednak dużo drobnych kropeł podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko

w odpowiednich warunkach pogodowych (mały wiatr, wilgotność powyżej 50 %, temperatura poniżej 23–24°C). Używana powszechnie aparatura zabiegowa wyposażona w standardowe rozpylacze szczelinowe płaskostrumieniowe nie zapewnia, niestety, dokładnego pokrycia zwartych roślin, szczególnie liści i łodyg głęboko ukrytych w łanie. W ochronie z użyciem fungicydów niezwykle istotny jest transport cieczy użytkowej jak najgłębiej w łan na łodygi i dobre pokrycie dolnych stron liści, czyli miejsc, gdzie infekcja często ma swój początek. Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych.

Rozpylacze o podwyższonej jakości rozpylania (np. TeeJet XR, Lechler LU, Al-buz AXI) mogą pracować w szerokim zakresie ciśnienia roboczego (od 1 bar do 6 bar), zapewniając uzyskanie większej jednorodności wytwarzanych kropeł. Rozpylacze te mogą być stosowane we wszystkich zabiegach ochrony roślin, przy normalnych warunkach pogodowych. Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łanu.

10.2.3. Wysokość belki polowej

Bardzo istotnym elementem w prawidłowym naniesieniu środka ochrony roślin na plantację jest utrzymywanie odpowiedniej wysokości belki polowej nad opryskiwaną powierzchnią. Wysokość ta zależy od typu stosowanych rozpylaczy i powinna korygowana podczas całego procesu zabiegu. Rozpylacze szczelinowe posiadają różny kąt rozpylania cieczy: 80°, 110° lub 120°, co jest zapisane na każdym egzemplarzu rozpylacza. Kąt rozpylania cieczy ma istotne znaczenie przy ustawianiu odległości belki roboczej od opryskiwanych obiektów (od wierzchołków roślin lub gleby). W opryskiwaczach polowych powinno się stosować rozpylacze płaskostrumieniowe o kącie oprysku 110° lub 120°, gdyż są one uniwersalne do zabiegów ochronny przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Przy większym kącie rozpylania belka opryskiwacza powinna być ustawiona niżej, np. kąt 120° w zakresie 35–45 cm, a przy kącie mniejszym wyżej – np. 80° powyżej 60 cm. Dla rozpylaczy o kącie 110° optymalną odległością jest 50 cm. Nie należy przeprowadzać opryskiwania z większej lub mniejszej wysokości niż zalecane przez producenta rozpylaczy. Jeśli belka polowa jest ustawiona zbyt nisko, to pozostają obszary o zagęszczonym naniesieniu środka i pasy nieopryskane, a jeśli zbyt wysoko, równomierność rozkładu cieczy jest nieprawidłowa i może dojść do znoszenia cieczy użytkowej na sąsiednie uprawy.

10.3. Warunki wykonywania zabiegów

Warunkiem prawidłowego wykonania zabiegu ochrony roślin jest wykonanie go podczas odpowiedniej pogody. Zgodnie z obowiązującymi przepisami

mi prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nieprzekraczającej 4 m/s. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i ewentualnie ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o identycznej intensywności wypływu cieczy lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe względnie eżeكتورowe). Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powietrza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenia preparatu poza granice opryskiwanej plantacji. Wykonywanie zabiegów przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. podczas wietrznej pogody), gdy zabiegu nie można przesunąć w czasie, zalecane jest stosowanie rozpylaczy niskoznoszeniowych lub eżeكتورowych, produkujących krople grube lub bardzo grube. Nie dotyczy to techniki PSP, która w uprawach polowych umożliwia stosowanie kropeł drobnych, zapewniających bardzo dobre pokrycie opryskiwanych powierzchni roślin.

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegu opryskiwania z użyciem środków ochrony roślin w wielu przypadkach jest uzależnione od przebiegu warunków atmosferycznych (Kierzek i wsp. 2010). Opryskiwanie w niesprzyjających warunkach pogodowych jest często główną przyczyną uszkodzeń roślin w wyniku znoszenia cieczy użytkowej. Szczególnie środki ochrony roślin stosowane nalistne wykazują największą wrażliwość na zmieniające się warunki pogodowe. Duży wpływ na zachowanie się rozpylanej cieczy i, co za tym idzie, na efektywność stosowanych środków ochrony roślin mają temperatura i wilgotność powietrza. W celu uzyskania wysokiej skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu należy wykonywać opryskiwanie w optymalnych warunkach pogodowych (tab. 37). Zalecane temperatury powietrza

Tabela 37. Zakres temperatur powietrza i wilgotności względnej zalecanych podczas wykonywania zabiegów ochronnych z użyciem środków ochrony roślin

Wilgotność względna [%]	Temperatura [°C]				
	10	15	20	25	30
90	+	+	+	+	+
80	+	+	+	+	+
70	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	*
50	+	+	+	*	*
40	+	+	*	*	*
30	+	*	*	*	×
20	+	*	×	×	×
10	*	×	×	×	×

„+” warunki preferowane, „*” warunki graniczne, „×” warunki niekorzystne

podczas zabiegów są warunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin i takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 15–25°C. Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę i niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów.

W warunkach wysokiej temperatury i niskiej wilgotności następują zmiany stanu fizjologicznego chronionych roślin, w tym także chwastów, co jest istotne z punktu widzenia efektywności działania herbicydów aplikowanych nalistnie. Po występowaniu kilkudniowych upałów na powierzchni liści większości roślin można stwierdzić znaczny przyrost warstwy woskowej i zmianę pokroju liści, co znacznie utrudnia nanoszenie rozpylonej cieczy i jej właściwe zdeponowanie. W takim przypadku do uzyskania skutecznego naniesienia środka ochrony roślin wymagane jest stosowanie większych dawek cieczy użytkowej i ewentualne dodatkowe użycie odpowiedniego środka wspomagającego (adiuwanta). Po okresach deszczowych rośliny są bardziej wrażliwe i łatwiej nanieść preparat na powierzchnię liści.

Zabiegi opryskiwania najlepiej wykonywać rano lub wieczorem, względnie – gdy sprzęt jest do tego przystosowany – w godzinach nocnych, gdyż panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności. W takich warunkach traktowane rośliny mają znacznie dłuższy kontakt z kroplami preparatu przed ich odparowaniem. Nie należy wykonywać zabiegów opryskiwania bezpośrednio przed deszczem i zaraz po deszczu, wyjątek mogą stanowić zabiegi dogłębowe. W pozostałych przypadkach należy odczekać parę godzin do momentu obeschnięcia roślin.

Zabieg opryskiwania należy wykonywać przy stałej, ustalonej w czasie kalibracji prędkości roboczej, zachowując właściwe obroty silnika, kontrolując jednocześnie wcześniej ustawione ciśnienie robocze w opryskiwaczu.

10.4. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania

Po zakończeniu opryskiwania zawsze pozostają pewne ilości cieczy użytkowej w zbiorniku i elementach zasilająco-sterujących opryskiwacza. Zasadniczym problemem jest właściwe jej zagospodarowanie. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę albo do systemu ściekowo-kanalizacyjnego oraz wylewanie w jakimkolwiek innym miejscu uniemożliwiającym jej zebranie.

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) należy z opryskiwacza usunąć resztki cieczy użytkowej, wypryskując ją ze zbiornika lub spuszczać resztki cieczy przez kran spustowy do podstawionych naczyń.

Właściwe opróżnienie opryskiwacza z resztek cieczy użytkowej, w zależności od sytuacji i wyposażenia technicznego gospodarstwa, można dokonać przez:

- dolanie do zbiornika opryskiwacza wody w ilości równej 10–30% objętości zbiornika i rozproszenie cieczy z większą prędkością roboczą na uprzednio opryskiwanej plantacji. Czynność taką należy powtórzyć trzykrotnie. Gwarantuje to w pełni oczyszczenie całego układu przewodzenia cieczy;
- dolanie do zbiornika opryskiwacza wody w ilości równej 10–30% objętości zbiornika i wypryskanie jej na własnym, nieużytkowanym rolniczo terenie, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na których mogą przebywać zwierzęta domowe. Czynność taką należy powtórzyć trzykrotnie.

Wypryskując rozcieńczoną pozostałość cieczy na polu, należy zmniejszyć ciśnienie i zwiększyć prędkość jazdy opryskiwacza, aby nie splukać z roślin nanieśionego wcześniej środka ochrony roślin i nie spowodować jego przedawkowania.

Resztki pozostałej spuszczonej cieczy z opryskiwacza można utylizować, wykorzystując urządzenia techniczne zapewniające biologiczną biodegradację substancji czynnych środków ochrony roślin.

Po usunięciu pozostałości cieczy użytkowej ze zbiornika w następnej kolejności należy oczyścić wszystkie filtry i rozpylacze z resztek preparatu. Następnie po uruchomieniu pompy należy przepłukać czystą wodą cały układ przewodzenia cieczy, otwierając kolejno dopływ do poszczególnych sekcji belki polowej. W celu uniknięcia przedostawania się ścieków do pobliskich zbiorników lub cieków wodnych zalecane jest płukanie opryskiwacza na polu, na którym wykonywano zabiegi ochronne.

Wymienne, umyte rozpylacze należy przechowywać w osobnych pojemnikach, posegregowane według producenta, typu i wymiaru, najlepiej z dołączoną informacją, ile godzin dany komplet przepracował. Rozpylacze to bardzo delikatne i precyzyjne elementy. Do ich czyszczenia dopuszcza się jedynie stosowanie specjalnych szczoteczek z tworzywa lub silnego strumienia powietrza. W żadnym wypadku nie mogą być do tego celu stosowane ostre i twarde przedmioty.

Po zakończeniu okresowego wykonywania zabiegów jedną grupą środków ochrony roślin czy stosowania nawozów, a przed stosowaniem preparatów z innych grup chemicznych, opryskiwacz należy umyć, używając do tego celu specjalne środki zalecane do mycia opryskiwaczy (np. Czysty opryskiwacz, Agroclean, Pestout). Środki te należy stosować zgodnie z etykietą – instrukcją stosowania, dodając je do wody w zbiorniku opryskiwacza już wstępnie umytego czystą wodą. Środki te mają na celu, oprócz pomocy w usuwaniu brudu i zanieczyszczeń, umożliwić neutralizację resztek środków ochrony roślin i nawozów w zbiorniku i instalacji przewodzącej ciecz użytkową. Ma to szczególne znaczenie po stosowaniu środków chwastobójczych.

W żadnym wypadku nie należy pozostawiać w opryskiwaczu niewykorzystanej cieczy użytkowej. Wyjątek może stanowić tylko konieczność kilkugodzinnego przechowania cieczy na skutek przerwania zabiegu np. z powodu załamania się

pogody. Ciecz użytkowa pozostawiona przez dłuższy okres w zbiorniku opryskiwacza często ulega rozwarstwieniu, tworząc trudne do usunięcia osady.

Kontakt elementów roboczych opryskiwacza z preparatami chemicznymi wpływa ujemnie na sprawność i trwałość aparatu i jego podzespołów. Po zakończonym dniu pracy należy umyć wodą cały aparat z zewnątrz, a także podzespoły mające kontakt ze środkami chemicznymi. Do mycia opryskiwacza należy stosować najmniejszą konieczną objętość wody. Bardzo przydatne do tego celu są wysokociśnieniowe myjki używane do mycia samochodów i innych maszyn rolniczych. Urządzenia te różnią się między sobą wieloma istotnymi parametrami, takimi jak: wydajność, ciśnienie robocze, możliwość podgrzewania wody oraz stosowania dodatków myjących do cieczy roboczej.

Z uwagi na możliwość przedostawania się resztek środków ochrony roślin do wód powierzchniowych wszystkie czynności związane z myciem opryskiwacza należy wykonywać na terenie nieużytkowanym rolniczo, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na którym mogą przebywać ludzie i zwierzęta. Ostatnio najbardziej polecane są do tego celu specjalne stanowiska, np. „Biobed”.

Po umyciu i wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza (np. przesmarowanie wskazanych elementów) zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy należy wykonywać na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Wykonanie dokładnych czynności konserwacyjnych zalecane jest przed okresem długotrwałego przechowywania opryskiwacza, po zakończeniu sezonu.

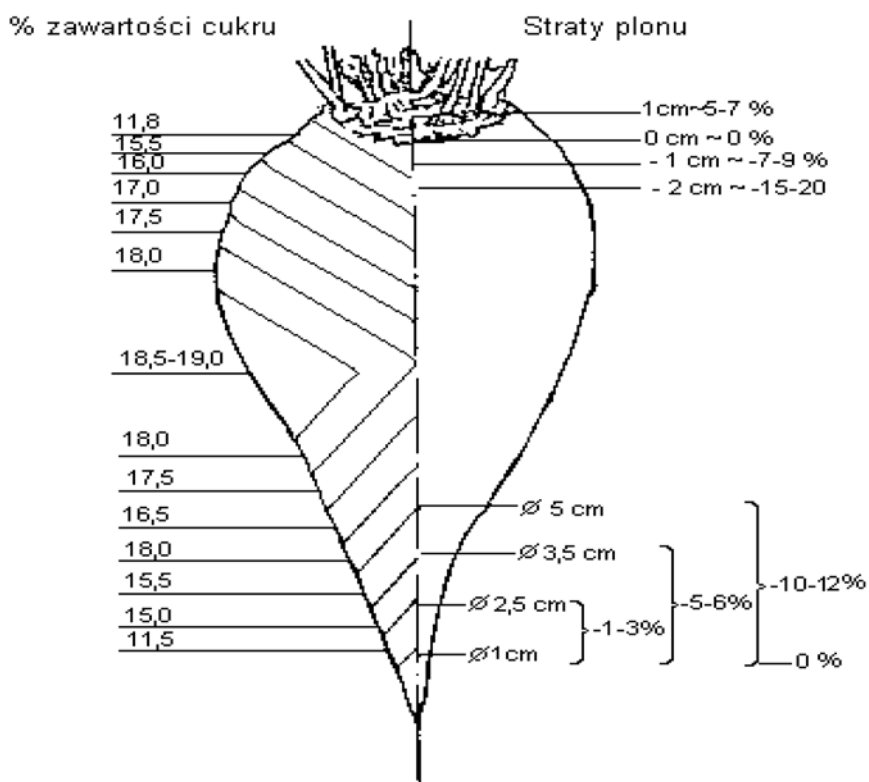
Przeglądy opryskiwacza przeprowadzane systematycznie gwarantują bezawaryjne i terminowe wykonanie zaplanowanych zabiegów.

Osoby stosujące środki ochrony roślin powinny odbyć stosowne szkolenia, potwierdzone aktualnym na czas wykonywania zabiegów zaświadczeniem (certyfikatem) o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innym dokumentem potwierdzającym uprawnienia do stosowania pestycydów. Certyfikaty są ważne przez 5 lat, po czym należy powtórzyć szkolenie.

11. ZBIÓR

Proces nagromadzania cukru i tworzenia plonu korzeni może trwać, przy słonecznej, cieplej pogodzie w okresie jesieni, niekiedy nawet do połowy listopada. Zahamowanie przyrostu plonu cukru następuje dopiero po znacznym obniżeniu się temperatury i skróceniu dnia. Objawem technologicznej dojrzałości buraka do zbioru jest postępujące żółknięcie i zasychanie najstarszych liści oraz brak przyrostu nowych liści. Zbiór należy rozpoczynać zatem jak najpóźniej (najlepiej po 180 dniach wegetacji), uwzględniając aktualne warunki pogodowe i wyznaczony przez cukrownię termin odbioru korzeni.

Aby ograniczyć straty plonu korzeni (rys. 5), zanieczyszczenia i uszkodzenia, należy zapewnić dogodne warunki na plantacji do pracy maszyn i dobrze je przygotować pod względem technicznym.



Rys. 5. Straty plonu występujące przy zbiorze buraka cukrowego oraz rozmieszczenie cukru w korzeniu (Gutmański 1991)

Warunki korzystne do prawidłowego zbioru:

- wyrównana powierzchnia pola, bez kamieni, pośpiechów i burakochwastów,
- równomierne wystawianie korzeni nad powierzchnię roli i rozmieszczenie w rzędach (konieczne dla prawidłowego ogłowienia),
- optymalna obsada roślin: 90–110 tysięcy na ha,
- średnia wilgotność gleby (sucha gleba sprzyja uszkodzeniom buraków przez elementy wyorujące, a zbyt wilgotna zwiększa straty w następstwie zapychania się wyorywaczy, pozostawiania korzeni na polu oraz wzrostu udziału zanieczyszczeń).

W czasie zbioru mogą powstawać następujące straty (Bartnik i wsp. 2008):

- powierzchniowe (buraki pozostałe na powierzchni pola),
- podpowierzchniowe (buraki niewybrane i obłamane),
- straty na skutek nieprawidłowego ogłowienia (zbyt niskie lub zbyt wysokie),
- straty przez uszkodzenia mechaniczne korzenia.

W celu zwiększenia plonu korzeni buraka cukrowego opracowano nową technologię zbioru, która polega na „odliścianiu” korzeni zamiast na „ogławianiu”, czyli pozostawieniu na korzeniu główki, a usunięciu liści (fot. 43). W ten sposób zbierana jest cała masa korzenia, co wpływa na istotne zwiększenie plonu, ale obniża nieznacznie jego jakość (Wulkow i Hoffmann 2010). Drugą nową metodą zbioru jest tzw. mikroogławianie, czyli minimalne ogławianie realizowane przez odcięcie górnej części główki z ogonkami liści (Beitzen-Heinecke i wsp. 2012). Obie nowe techniki sprzyjają utrzymaniu korzeni w lepszym stanie sanitarnym i ograniczają ich wysychanie, gdyż korzenie są w mniejszym stopniu uszkodzane. Korzenie lepiej przechowują się wówczas w przyrmach na polu, co jest efektem mniejszego porażenia ich przez choroby powodujące zgnilizny.

Wielkość strat podczas składowania korzeni zależy od ich dojrzałości technologicznej, metody i dokładności ogłowienia, stopnia zanieczyszczenia ziemią, wielkości przyrmy i przebiegu pogody (temperatura i opady). Korzenie źle ogłowione łatwo porastają, a uszkodzone – szybko gniją. Zanieczyszczenia ograniczają przewodność przyrmy, podnoszą temperaturę i przyspieszają procesy oddychania i gnicia korzeni (Gutmański 2002/2003).



Fot. 43. Kombajn zbierający buraki cukrowe z zastosowaniem odliściania (fot. M. Nowakowski)

12. PRZECHOWYWANIE KORZENI BURAKA

Optymalny okres kampanii cukrowniczej oscyluje około 100 dni. Rozpoczyna się w trzeciej dekadzie września, a kończy pod koniec lub na początku kolejnego roku kalendarzowego. Surowiec jest dostarczany systematycznie, stosownie do zapotrzebowania cukrowni. Do niedawna buraki cukrowe na okres późnojesienny i wczesnozimowy były gromadzone na licznych placach składowych (place fabryczne, punkty przeładunkowe). Obecnie przez cały okres kampanii korzenie są dowożone do cukrowni bezpośrednio z pryzm usytuowanych na polach. Surowiec ładowany jest na środki transportu ładowarko-doczyszczarkami. Pozwala to na wstępne oczyszczenie buraków z nadmiaru ziemi, kamieni lub innych zanieczyszczeń. Transportem i załadunkiem zajmują się wyspecjalizowane firmy. W takim systemie cukrowni łatwiej koordynować strumień buraków dostarczanych przez przewoźników. Powyższe zmiany wymusiły odmienne podejście właścicieli wykopanych i gromadzonych na polu buraków. Surowiec gromadzony w pryzmach bezpośrednio na polu jest jedynym miejscem ich przechowywania.

12.1. Lokalizacja pryzmy

Usytuowanie pryzmy jest ważne dla odbioru surowca. Wybierając miejsca pod składowanie buraków, należy uwzględnić późniejszą możliwość ich załadunku i transportu do cukrowni bez względu na panujące warunki atmosferyczne. Dlatego też pryzma powinna:

- znajdować się w pobliżu drogi utwardzonej,
- być zlokalizowana na lekkim wzniesieniu,
- być usypana na podłożu luźniejszym, co umożliwi podbieranie buraków bez uszkodzeń,
- znajdować się na wyrównanej powierzchni uniemożliwiającej tworzenie się zastoisk wody w trakcie opadów. Buraki składowane w miejscach, gdzie nie uwzględniono tego czynnika, są podmywane. Utrudnia to oddzielenie zanieczyszczeń w czasie załadunku. Przyczynia się również do nadmiernego okaleczenia korzeni, a ponadto jednocześnie pobierane są znaczne ilości ziemi, które trafiają bezpośrednio do cukrowni i w zasadniczy sposób wpływają na procent zanieczyszczenia. Wpływa to na podniesienie kosztów transportu,
- być zlokalizowana w miejscu, gdzie nie występują zadrzewienia, słupy telefonyczne czy elektryczne lub inne przeszkody utrudniające załadunek,
- być tak zlokalizowana, aby wielkość placu manewrowego dla maszyn zapewniał sprawny załadunek.

12.2. Termin zbioru

Obecnie kombajn w sprzyjających warunkach atmosferycznych jest w stanie wykopać korzenie z powierzchni ponad 20 ha na dobę (do niedawna zaledwie kilka ha) i jeśli jest to plantacja średniej wielkości, zbiór korzeni wymaga składowania w przymie. Na większych polach korzenie składowane są na specjalne wielotonowe pojazdy. Pozwala to na zbiór korzeni na kilka dni przed zaplanowanym ich odbiorem. Natomiast plantatorzy, którzy zgodnie z harmonogramem mają odbierany surowiec pod koniec listopada i później, muszą wykopać je przed nadejściem mrozów i śniegu, czyli z większym wyprzedzeniem. Korzenie składowane w przymach powinny być zabezpieczone przed wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych.

12.3. Formowanie przymy

Jakość zbioru ma wpływ na przechowywane w przymach buraki, a w konsekwencji na opłacalność tej uprawy.

Do przechowywania nie nadają się buraki uszkodzone, połamane, z objawami zgnilizny korzeni. Związane jest to ze znacznie intensywniejszym oddychaniem takich korzeni. Powoduje ono wydzielanie się dużych ilości energii, co skutkuje wzrostem temperatury w przymie, a to stwarza z kolei idealne warunki do rozwoju zgnilizn kopcowych. Buraki takie muszą trafić jak najszybciej do przerobu – w przeciwnym wypadku ulegną zniszczeniu. Surowiec przeznaczony do przechowywania powinien być prawidłowo ogłowiony, nieuszkodzony mechanicznie, zdrowy i z niewielkim zanieczyszczeniem. W szczególności dotyczy to surowca zbieranego w okresie późnojesiennym z przeznaczeniem do dłuższego składowania. Pryzma powinna mieć wyrównane powierzchnie boczne tak, aby po przykryciu jej włókniną nie tworzyły się wgłębienia gromadzące wodę, która po pewnym czasie przesiąknie do jej wnętrza. Ponadto formowana przyma musi uwzględniać parametry doczyszczarko-ładowarki, która dokona załadunku buraków na środki transportowe (fot. 44). Koniec prac związanych z przygotowaniem buraków do przechowywania w przymach powinien zakończyć się przed pierwszymi ujemnymi temperaturami.

Przykładowe parametry, jakie należy uwzględnić dla „Myszy” firmy Ropa:

- szerokość przymy do 7,5 m,
- wysokość około 2–3 m,
- długość przymy – bez ograniczeń,
- szerokość górnej warstwy – do 2 m.



Fot. 44. Prawidłowo uformowana przyzma korzeni (fot. P. Ledóchowski)

12.4. Zabezpieczanie przyzm

Krótko przed nadejściem ujemnych temperatur należy odpowiednio zabezpieczyć buraki w przyzmi. Buraki przemrożone i odtajałe nie nadają się do dalszego przechowywania. Dlatego też tak istotne znaczenie ma moment okrycia przyzmy. Obecnie plantatorzy do tych celów używają najczęściej agrowłókniny. Nie należy stosować folii, gdyż nie przepuszcza powietrza, a nasłonecznienie w ciągu dnia może powodować znaczny wzrost temperatury w kopcu.

Agrowłóknina prawidłowo zastosowana stabilizuje temperaturę w przyzmi – wolniej się ona schładza i ogrzewa. Padające deszcze nie powodują zmoczenia korzeni. Woda po powierzchni okrywy jest odprowadzana na zewnątrz. Po odkryciu buraki nawet przy bardzo niskich temperaturach nadmiernie się nie zbrylają. Daje to możliwość szybkiego doczyszczczenia i załadunku surowca na środki transportu i dostarczenia do cukrowni.

Buraki tak przechowywane nawet w dłuższym okresie nie tracą swoich parametrów jakościowych, co w konsekwencji nie powoduje strat finansowych (fot. 45).

12.5. Przechowalność korzeni buraka pastewnego

Buraki pastewne są zróżnicowane pod względem stopnia wystawiania ponad powierzchnię gleby. Odmiany silniej wystające mają jednocześnie mniej suchej masy i są bardziej wrażliwe na przemrożenie (przymrozki). Z tego powodu powinny



Fot. 45. Buraki chronione agrowłókniną zachowały swą świeżość po okresie przechowywania w przyrmach (fot. P. Ledóchowski)

być zebrane przed ich wystąpieniem. Zbiór buraków pastewnych, w zależności od głębokości zagłębienia w glebie, może być mechaniczny lub ręczny (płytko zagłębione). Korzenie przechowuje się w piwnicy lub kopcu. Temperatura przechowywania powinna wynosić 3–5°C, w przypadku odmian o wyższej zawartości suchej masy może być niższa, ale musi wynosić powyżej 0°C.

13. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY

13.1. 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 o naturalnym występowaniu 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 chronić 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; ochronę i stwarzanie warunków do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. przez stosowanie odpowiednich metod 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, tam gdzie możliwe jest ich zastosowanie, a także doradztwo osób o odpowiednich kwalifikacjach zawodowych.

Na podstawie wyników działań monitorujących użytkownik profesjonalny musi zdecydować, czy i kiedy stosować metody ochrony roślin. Podstawowymi

czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy 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, np. przez zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc 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 danych uprawach, należy zastosować dostępne strategie przeciwdziałające rozwojowi odporności, by zachować skuteczność tych produktów. 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. Ponadto stosowanie środków ochrony roślin powinno być ograniczone do niezbędnego minimum, szczególnie przez redukcję dawek lub ograniczanie liczby wykonywanych zabiegów.

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 te 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 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) 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.

12.2. 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 między innymi 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. 2018 r. poz. 1310) 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 znoszeniu 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. 2013 r. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk między innymi na stosowanie płodozmianu, dobór odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, nawożenie 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 badaniami 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.

Wykaz dopuszczonych w Polsce środków ochrony roślin jest publikowany w rejestrze środków ochrony roślin. Informacje o zakresie stosowania pestycydów w poszczególnych uprawach zamieszczane są w etykietach. Narzędziem pomocniczym przy wyborze pestycydów jest również wyszukiwarka środków ochrony

roślin. Rejestr, etykiety zarejestrowanych środków ochrony roślin oraz wyszukiwarka znajdują się na stronie internetowej MRiRW pod adresem <https://www.gov.pl/rolnictwo/ochrona-roslin>

Ponadto dodatkowe informacje dotyczące integrowanej ochrony roślin publikowane są na Platformie Sygnalizacji Agrofagów pod adresem <https://www.agrofagi.com.pl/>

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. z 2018 r. poz. 1310) do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych konieczne jest posiadanie odpowiednich kwalifikacji. Zabiegi takie mogą być wykonywane przez osoby, które ukończyły szkolenie:

- w zakresie stosowania środków ochrony roślin w Rzeczypospolitej Polskiej potwierdzone zaświadczeniem o ukończeniu tego szkolenia, lub
- w zakresie doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin w Rzeczypospolitej Polskiej potwierdzone zaświadczeniem o ukończeniu tego szkolenia, lub
- w zakresie integrowanej produkcji roślin potwierdzone zaświadczeniem o ukończeniu tego szkolenia, lub
- wymagane od użytkowników profesjonalnych w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej lub w państwie będącym stroną umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym, na podstawie przepisów obowiązujących w tym państwie, potwierdzone dokumentem o ukończeniu tego szkolenia, lub przedstawiły inny dokument wydany na podstawie przepisów obowiązujących w tym państwie, potwierdzający uzyskanie uprawnień do wykonywania zabiegów z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych.

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 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 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.

Podczas stosowania środków ochrony roślin należy również szczegółowo zapoznać się z ich etykietami, ponieważ mogą zawierać dodatkowe informacje o warunkach ograniczających możliwości zastosowania danego środka.

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.

W przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych należy również zachować odległość 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 jest uregulowane w Polsce przez dwa 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).

Wymogi dotyczące przechowywania środków ochrony roślin są określone również w etykietach poszczególnych środków.

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 natomiast obligatoryjne dla wszystkich rolników, niezależnie od tego, czy zatrudniają, czy też nie zatrudniają pracowników w swoim gospodarstwie.

W myśl tego rozporządzenia producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach, w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą, oraz zabezpieczyć przed przypadkowym spożyciem lub przeznaczeniem do żywienia zwierząt. Pestycydy należy również obligatoryjnie zabezpieczyć przed dostępem dzieci.

Przechowujący środki ochrony roślin powinien zapewnić, aby nie doszło do skażenia wód powierzchniowych i podziemnych (w rozumieniu przepisów Prawa wodnego), gruntu na skutek wycieku lub przesiąkania 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 w pomieszczeniach zamkniętych, które uniemożliwiają 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 przechowywanego 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 środków ochrony roślin powinien 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 wyposażyć 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 na przykład 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 nie zaprawionych 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 zastosowania i zastosowaną dawkę, a także obszar, powierzchnię, jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również 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),
- z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2016 r., poz. 924).

14. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

14.1. Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

Jednostki doradztwa rolniczego funkcjonują na podstawie Ustawy z dnia 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), mające trzy oddziały: w Krakowie, Poznaniu i Radomiu;
- 16 wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego (ODR).

Centrum Doradztwa Rolniczego funkcjonuje jako państwowa jednostka 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 mającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 roku wprowadziła podległość wojewódzkich jednostek doradztwa rolniczego ministrowi właściwemu do spraw rozwoju wsi.

Rolnicy w Polsce mogą korzystać z usług doradczych, świadczonych głównie przez:

- wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego (ODR-y),
- izby rolnicze,
- prywatne podmioty doradcze, w tym podmioty akredytowane w zakresie usług doradczych dla rolników i posiadaczy lasów.

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 ODR-ów 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 regulacje na lata 2014–2020, 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. o izbach rolniczych (Dz. U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.). 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.

Instytucją odpowiedzialną za doskonalenie zawodowe w zakresie problematyki rolnictwa i rozwoju obszarów wiejskich doradców rolniczych jest Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Dzięki organizowanym szkoleniom 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, mający 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 dwie dodatkowe specjalizacje:

- doradca z zakresu integrowanej ochrony roślin,
- doradca ekologiczny.

14.2. Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

Celem działań Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) 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 przez stymulowanie współpracy między podmiotami działającymi w rolnictwie, łańcuchu żywnościowym oraz sektorze badań i rozwoju jest wyzwaniem, do którego kadra doradcza podchodzi z pełnym zaangażowaniem. 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, Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Kodeksu 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 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). Krajowy Plan Działania tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe do 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 artykule 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, przez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie materiałów/narzędzi pomocnych rolnikom we wdrażaniu tych zasad. Opracowywane są metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, dostępny jest Kodeks Dobrej Praktyki Ochrony Roślin, funkcjonują systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin. Pomocą

w zakresie integrowanej ochrony roślin służą także doradcy rolniczy, którzy nieustannie podnoszą swoje kwalifikacje. 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 oraz 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).

14.3. Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej 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 podejmowaniu decyzji w celu ochrony plantacji z maksymalną skutecznością, przy minimalnym wpływie na środowisko (Dominik i Schönthaler 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 pojawiania się i nasilenia występowania 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, w jakiej ilości występują pożyteczne organizmy, np.

owady, 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 czy 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 2013–2017, 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. Jednym z kluczowych założeń realizowanych w tym zakresie było tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

Gospodarstwa demonstracyjne reprezentują najwyższy poziom produkcji rolniczej. Są miejscem wdrażania zasad integrowanej produkcji i ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów prowadzonych przez specjalistów. W gospodarstwach demonstracyjnych doradcy prowadzą również obserwację nasilenia występowania agrofagów w celu uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Gospodarstwa demonstracyjne są wyposażone w automatyczne stacje meteorologiczne i włączone w jednolity, centralny system, co pozwala na efektywne prowadzenie sygnalizacji wystąpienia pojawu agrofagów.

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w rozwoju metod sygnalizacji, dzięki wdrażaniu systemów wspomagających określenie optymalnego terminu zabiegu (System Wspomagania Decyzji). „Narzędzia” te są wykorzystywane w pracy doradczej (Pruszyński i Wolny 2009).

Aby wyniki monitoringu przyniosły pożądane korzyści, wykonanie obserwacji wymaga zaangażowania wielu przygotowanych do tych obowiązków specjalistów, którzy zabezpieczą prawidłowy zbiór i właściwe przekazanie informacji.

Budowany 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 rolniczych, warzywniczych i sadowniczych,
- wyjazdy studyjne do krajów Unii Europejskiej 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.

Ostrzegać szybko i skutecznie – to główne zadanie platformy sygnalizacji agrofagów.

Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie pełni internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach i chwastach na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma została przygotowywana przez Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego. Jest to narzędzie, które pomaga rolnikom w codziennej pracy.

Realizacja przedsięwzięcia ma także istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczoł narażonych na działanie środków ochrony roślin.

Upowszechnienie integrowanej ochrony roślin wymaga aktywnego i twórczego udziału w tym procesie wszystkich zainteresowanych jednostek, organizacji rządowych i samorządowych. Bez wyraźnego wsparcia, i to nie tylko słownego, ale zapewniającego warunki do realizacji zasad i promowania integrowanej produkcji i ochrony roślin, nie można liczyć na końcowy sukces.

Wykorzystano informacje z następujących stron:

www.minrol.gov.pl, www.piorin.gov.pl, www.iung.pulawy.pl, www.ior.poznan.pl, www.coboru.pl, www.ihar.edu.pl

15. FAZY ROZWOJOWE W SKALI BBCH

Burak zwyczajny (*Beta vulgaris* L.), **burak cukrowy** i **ćwikłowy** (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.)

Burak zaliczany jest do rodziny szarłatowatych lub w niektórych systematykach do rodziny komosowatych. Jest to dwuletnia roślina dnia długiego. W rozwoju buraka wg skali BBCH wyróżnia się 9 głównych faz rozwojowych: 0 – Kielkowanie, 1 – Rozwój liści, 3 – Rozwój rozety 4 – Rozwój organów wegetatywnych rośliny przeznaczonych do zbioru (wzrost korzeni), 5 – Rozwój kwiatostanu, 6 – Kwitnienie, 7 – Rozwój owoców, 8 – Dojrzwanie owoców, 9 – Starzenie i zamieranie. Korzenie uprawianych form są ciemnoczerwone, białe lub żółte. Burak ma duże liście, często wybarwione, i małe kwiaty. Okres wegetacji buraka wynosi około 180–200 dni, w zależności od odmiany oraz warunków uprawowych i pogodowych. Burak zwyczajny ma duże wymagania wilgotnościowe (obecnie w doborze znajdują się także odmiany lepiej tolerujące suszę) i mniejsze wymagania temperaturowe (Matysiak i Strzyński 2018).

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0: Kielkowanie

- 00 Kłębki suche
- 01 Początek pęcznienia, kłębki zaczynają pobierać wodę
- 03 Koniec pęcznienia kłębków (pękanie łupiny nasiennej)
- 05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z nasienia
- 07 Hypokotyl (kiełek) wydostaje się z nasienia
- 19 Hypokotyl przebija się przez powierzchnię gleby

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści (faza juwenilna)

- 10 Liścienie ułożone horyzontalnie: widoczny pierwszy liść właściwy (wielkości łebka od szpilki)
- 11 Widoczna pierwsza para jeszcze nierozwiniętych liści (wielkości grochu)
- 12 Rozwinięte dwa liście właściwe (pierwsza para), faza dwóch liści
- 14 Faza czterech liści (dwie pary)
- 15 Faza pięciu liści
- 1. Fazy trwają aż do...
- 19 Faza dziewięciu lub więcej liści

Główna faza rozwojowa 3: Rozwój rozety (zakrywanie międzyrzędzi)

- 31 Początek zakrywania międzyrzędzi: liście zakrywają 10% powierzchni gleby
- 32 Liście zakrywają 20% gleby
- 33 Liście zakrywają 30% gleby
- 34 Liście zakrywają 40% gleby
- 35 Liście zakrywają 50% gleby
- 36 Liście zakrywają 60% gleby
- 37 Liście zakrywają 70% gleby
- 38 Liście zakrywają 80% gleby
- 39 Całkowite zakrycie międzyrzędzi: liście zakrywają 90% powierzchni gleby

Główna faza rozwojowa 4: Rozwój organów wegetatywnych rośliny przeznaczonych do zbioru (wzrost korzeni)

- 49 Korzeń osiąga wielkość wymaganą do zbioru

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu (drugi rok wzrostu)

- 51 Początek wzrostu pędu głównego
- 52 Pęd główny osiąga długość 20 cm
- 53 Na pędzie głównym widoczne miejsca powstawania pędów bocznych
- 54 Na pędzie głównym bardzo dobrze widoczne pędy boczne
- 55 Widoczne pierwsze pojedyncze pąki kwiatowe na pędach bocznych
- 59 Widoczne pierwsze liście podkielichowe, pąki kwiatowe nadal zamknięte

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

- 60 Otwarte pierwsze kwiaty
- 61 Początek kwitnienia: 10% otwartych kwiatów
- 63 30% otwartych kwiatów
- 64 40% otwartych kwiatów
- 65 Pełnia kwitnienia: 50% otwartych kwiatów
- 67 Schyłek kwitnienia: 70% otwartych kwiatów, kwiaty zaczynają usychać
- 69 Koniec kwitnienia: wszystkie kwiaty suche, widoczne zawiązki owoców

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców (kłębków)

- 71 Początek rozwoju kłębków, widoczne kłębki w owocostanie
- 75 Zielona owocnia, ciągły rozwój owoców, bielmo nasion o konsystencji mlecznej, łupina nasienna w kolorze beżowym

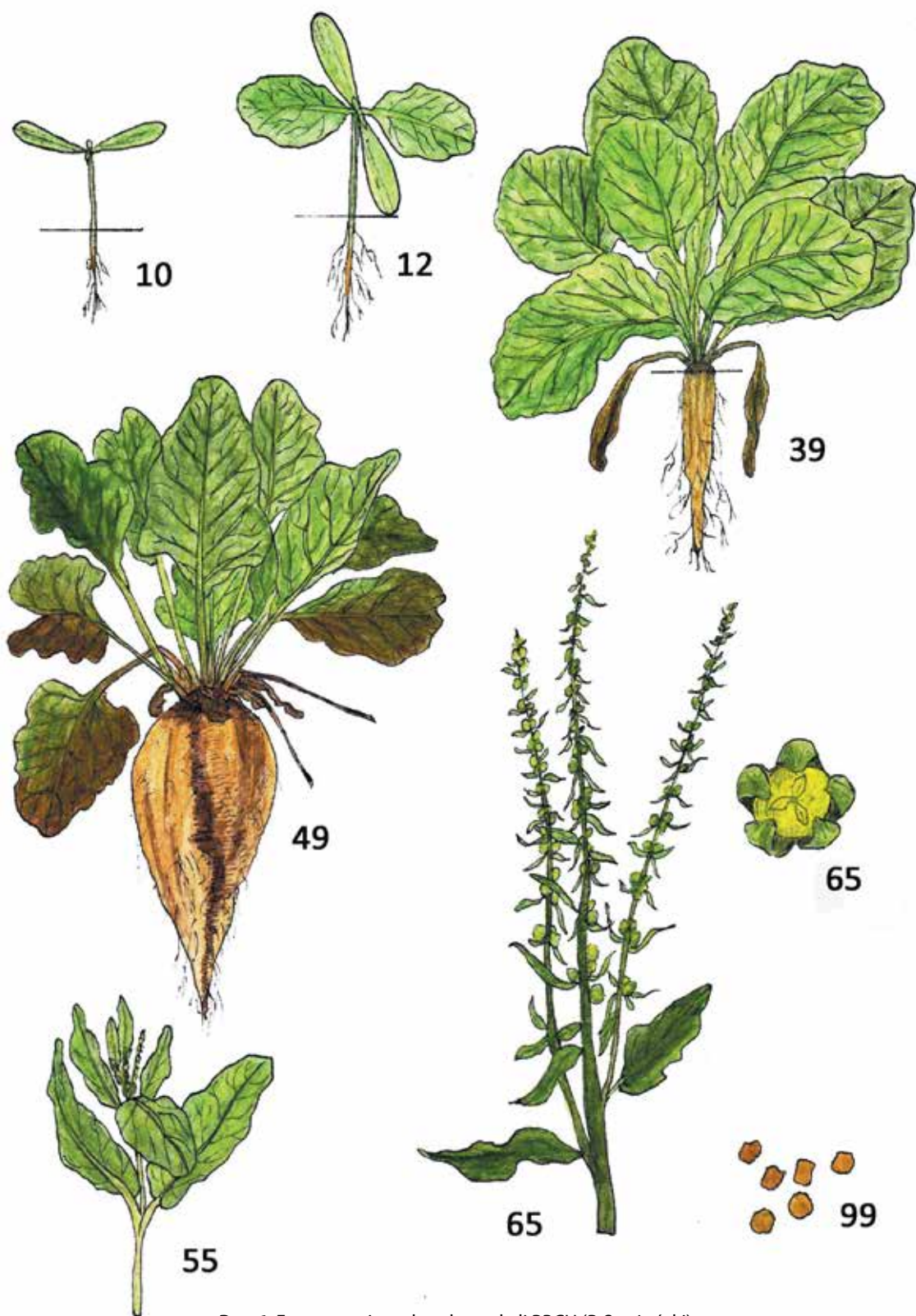
Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie owoców

- 81 Początek dojrzewania: kłębki zielonobrazowe, łupina nasienna jasnobrazowa
- 85 Kłębki jasnobrazowe, łupina nasienna czerwobrazowa

- 87 Kłębki twarde, łupina nasienna ciemnobrązowa
- 89 Pełna dojrzałość: okrywa owocowo-nasienna o typowym zabarwieniu (charakterystycznym dla odmiany i gatunku), kłębki twarde

Główna faza rozwojowa 9: Starzenie

- 92 Początek przebarwiania liści
- 93 Większość liści żółta
- 95 50% liści brązowych
- 97 Liście zamierają
- 99 Korzenie oraz kłębki zebrane, okres spoczynku



Rys. 6. Fazy rozwojowe buraka w skali BBCH (P. Strażyński)

16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI 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. 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 (tab. 38).

Tabela 38. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

Lp.	Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej/przechowywanej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy/magazynu w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni/jednostka masy ziarna, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola/pomieszczenia	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], [l/m ³], [l/t], [kg/ha], [kg/m ³], [kg/t] lub stężenie [%]		faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Źródło: Bereś i wsp. (2013)

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 pszczoł czy uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka w produkcji rolniczej może być również pomocna przy wyborze roślin następczych 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 weryfikacyjnej (tab. 39).

Tabela 39. Ogólna lista weryfikująca realizację wymagań integrowanej ochrony roślin

I. Działania w celu zapobiegania lub ograniczenia występowania organizmów szkodliwych	Tak/Nie	Nie dotyczy	Uwagi
Stosowanie płodozmianu	☐ / ☐	☐	
Właściwy termin siewu lub sadzenia	☐ / ☐	☐	
Agrotechnika uprawy	☐ / ☐	☐	
Stosowanie odmian odpornych/tolerancyjnych	☐ / ☐	☐	
Stosowanie materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie zgodnie z przepisami o nasiennictwie	☐ / ☐	☐	
Mechaniczne zwalczanie organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Biologiczne zwalczanie organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Zrównoważone nawożenie, nawadnianie i wapnowanie	☐ / ☐	☐	
Stosowanie środków higieny (czyszczenie i dezynfekcja maszyn, sprzętu itp.)	☐ / ☐	☐	
Inne, wskazać jakie	☐ / ☐	☐	
II. Korzystanie z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o zwalczaniu organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Monitorowanie organizmów szkodliwych	☐ / ☐	☐	
Progi ekonomicznej szkodliwości	☐ / ☐	☐	
Korzystanie z opracowań naukowych	☐ / ☐	☐	
Korzystanie z danych meteorologicznych	☐ / ☐	☐	
Korzystanie z usług doradczych w integrowanej ochronie roślin	☐ / ☐	☐	

Tabela 39. Cd.

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?	☐ / ☐	☐	

Źródło: PIORiN

Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem realizacji zasad integrowanej ochrony roślin wiąże się z wypełnieniem podstawowych wymogów prawnych dotyczących posiadanej dokumentacji, środków ochrony roślin oraz prawidłowości wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin. Zamieszczone poniżej punkty umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikowanie spełnienia tych wymogów.

Obligatoryjne punkty kontrolne:

- 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), doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, integrowanej produkcji roślin albo 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, zachowując środki ostrożności związane z ochroną środowiska naturalnego, takich jak zachowanie stref ochronnych czy bezpiecznych odległości od pasiek i terenów nieużytkowanych rolniczo;

- 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 z wymaganiami prawa;
- używanie wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania zezwoleniem/pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa (wpisanych do rejestru środków ochrony roślin);
- używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin;
- prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin;
- przestrzeganie okresu po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegiem;
- przestrzeganie warunków dotyczących miejsc sporządzania cieczy użytkowej oraz napełniania sprzętu do stosowania środków ochrony roślin;
- przestrzeganie warunków bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin;
- przestrzeganie warunków prawidłowego postępowania z resztkami cieczy użytkowej;
- przestrzeganie wymogów dotyczących miejsc czyszczenia sprzętu do stosowania środków ochrony roślin.

Lista kontrolna integrowanej ochrony buraka cukrowego/pastewnego

Lp.	PYTANIA KONTROLNE	Tak/Nie	Komentarz
1.	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	☐ / ☐	
2.	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodyką integrowanej ochrony?	☐ / ☐	
3.	Czy w uprawie był stosowany zalecany międzyplon?	☐ / ☐	

Lista kontrolna integrowanej ochrony buraka cukrowego/pastewnego – cd.

4.	Czy przed siewem buraka producent zapoznał się z historią pola pod kątem występowania chorób, szkodników i chwastów, a także zakresem ochrony w poprzednich sezonach?	☐ / ☐	
5.	Czy producent stosuje nawożenie zgodnie z zaleceniami wynikającymi z analizy chemicznej gleby?	☐ / ☐	
6.	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	☐ / ☐	
7.	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych plantacji, z uwzględnieniem występowania agrofagów i odnotowuje je w notatniku?	☐ / ☐	
8.	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie jest to możliwe)?	☐ / ☐	
9.	Czy producent stosuje wyłącznie środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w buraku zgodnie z zapisami w etykiecie?	☐ / ☐	
10.	Czy producent stosuje (tam, gdzie jest to możliwe) środki ochrony roślin w sposób przemienny, zapobiegający wykształceniu odporności agrofagów (szczególnie chwościka) na substancje czynne preparatów?	☐ / ☐	
11.	Czy zabiegi ochrony roślin wykonują wyłącznie osoby przeszkolone w zakresie stosowania środków ochrony roślin i posiadające aktualne zaświadczenie?	☐ / ☐	
12.	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w szczelnych i oryginalnych opakowaniach, w odpowiednim pomieszczeniu?	☐ / ☐	
SUMA PUNKTÓW			

17. LITERATURA

- Adamczewski K. 2000. Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 40 (1): 101–112.
- Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie roślin ekologicznych” (E. Matyjaszczyk, red). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 389 ss.
- Adamiak E. 2007. Struktura zachwaszczenia i produktywności wybranych agrocenoz zbóż ozimych i jarych w zależności od systemu następstwa roślin i ochrony ładu. Rozprawy i Monografie 129. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, 146 ss.
- Aldrich R.J. 1997. Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole, 461 ss.
- Banaszak H., Praczyk T., Adamczewski K. 1997. Integrated weed control by mustard mulch and small rate of herbicides in sugar beets. p. 100. In: Proceedings of the 10th European Weed Research Society Symposium, 22–26 June 1997, Poznań, 201 pp.
- Bartnik G., Bieganski A., Bzowska-Bakalarz M., Malec J., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 2008. Kodeks dobrych praktyk w produkcji buraków cukrowych. Wydawnictwo Instytutu Agrofizyki PAN, Lublin, 46 ss.
- Bereś P., Mrówczyński M. (red.). 2017. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 261 ss.
- Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2013. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 67 ss.
- Borodynko N., Pospieszny H. 2008. Zagrożenie dla buraka cukrowego: wirusy odglebowe czy mątwik buraczany? Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (2): 399–405.
- Borówek F. 2006. Deszczowanie roślin uprawnych. Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Łosiów, 47 ss.
- BSA (Beschreibende Sortenliste). 2018. Bundessortenamt Hannover, 112 pp.
- Buchner W., Köller K. 1990. Integrierte Bodenbearbeitung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 126 pp.
- Buhre C. 2008. Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Zwischenfruchtanbau auf den Befall von Zuckerrüben mit *Rhizoctonia solani*. Dissertation. Universität Göttingen, 137 pp.
- COBORU. 2018. Lista odmian roślin rolniczych. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka.
- Daub M., Westphal A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. Sugarindustry 9: 41–50.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2009. Niechemiczne metody zwalczania chwastów. Stan obecny i perspektywy. <http://www.agengpol.pl/LinkClick.aspx?fileticket=XMKnUg%2Fi21I%3D&tabid=144> [dostęp: 17.05.2019].

- Dobrzański A., Pałczyński 1996. Wpływ światła podczas uprawy roli na kiełkowanie nasion chwastów i możliwości ograniczenia herbicydów. *Nowości Warzywnicze* 29: 27–35.
- Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 70 ss.
- Doruchowski G., Hołownicki R. 2008. Przewodnik dobrej praktyki organizacji ochrony roślin – zapobieganie zanieczyszczeniom wody ze skażeń miejscowych. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 93 ss.
- Drmić Z. 2016. The sugar-beet weevil (*Bothynoderes punctiventris* Germar 1824., Col.: Curculionidae): life cycle, ecology and area wide control by mass trapping. Doctoral thesis. University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb, 129 pp.
- Duer I. 1979. Zachwaszczenie jako problem agrotechniczny w zmianowaniu z dużym udziałem zbóż. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 218: 181–190.
- Duer I. 1996. Zachwaszczenie i sposoby jego ograniczania w rolnictwie integrowanym. Materiały szkoleniowe. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, 36 ss.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragmenta Agronomica* 2 (90): 227–241.
- Dziennik Urzędowy UE L 309 z 24.11.2009. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.
- Dziennik Ustaw 2002, nr 99, poz. 896 ze zmianami. Rozporządzenie 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.
- Dziennik Ustaw 2008, nr 80, poz. 479. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 474. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 26 marca 2013 r.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 505. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 625. Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2014, poz. 516. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2016, poz. 760. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2016, poz. 924. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.

- Dziennik Ustaw 2017, poz. 1566. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne.
- Dziennik Ustaw 2018, poz. 1310. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2018, poz. 1259. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o nawozach i nawożeniu.
- Dziennik Ustaw z 2018, poz. 1339 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”
- Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych* 53 (2): 207–217.
- Gorlach E., Mazur T. 2002. *Chemia rolna*. PWN, Warszawa, 347 ss.
- Grzebisz W. 2011. Technologie nawożenia roślin uprawnych – fizjologia plonowania. Tom 1. Oleiste, okopowe i strączkowe. PWRiL, Poznań, 415 ss.
- Gummert A., Ladewig E., Lukashyk P., Märlander B. 2011. Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenbau. Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen, 39 pp.
- Gutmański I. 1991. Produkcja buraka cukrowego. PWRiL, Poznań, 699 ss.
- Gutmański I. 2002/2003. Uprawa buraka cukrowego. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, 104 ss.
- Harasimowicz-Hermann G., Hermann J. 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 512: 147–155.
- Hartman K.M., Nezadal W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. *Naturwissenschaften* 77: 158–163.
- Hinfner K., Homonnay F. 1966. Atlas chorób i szkodników buraka cukrowego. PWRiL, Warszawa, 142 ss.
- Hoffman-Hergarten S., Sikora R.A. 1993. Studies on increasing the activity of nematode-trapping fungi against early attack by *Heterodera schachtii* using organic fertilizer. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 100: 170–175.
- Holtschulte B., Mechelke W., Stahl D.J. 2010. Conventional and novel approaches in breeding for resistance to *Cercospora beticola* in sugar beet. p. 129–139. In: “*Cercospora* leaf spot of sugar beet and related species” (R. Lartey, J.J. Weiland, L. Pamella, P.W. Crous, C.E. Windels, eds.). APS Press, Minnesota, USA, 297 pp.
- Idziak R., Woźnica Z., Cieśliński W. 2009. Odchwaszczanie buraka cukrowego z wykorzystaniem mikrodawk herbicydów. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (1): 330–333.
- Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2010. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Materiały szkoleniowe 95. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, 24 ss. <http://iung.pl/dpr/publikacje/ZaleceniaNawozowe.pdf> [dostęp: 12.12 2018].
- Jakubowska M. 2008. Występowanie szkodników glebowych w buraku cukrowym na plantacjach przemysłowych w latach 2005–2007. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 854–858.

- Jakubowska M., Bandyk A., Roik K., Wielkopolan B., Tratwal A. 2015. Monitorowanie i prognozowanie chorób i szkodników w uprawie roślin okopowych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział w Poznaniu, 67 ss.
- Jakubowska M., Walczak F. 2005. Dynamika lotów oraz nasilenie występowania rolnic w Polsce na tle warunków meteorologicznych w latach 2003–2004. *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. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 859–863.
- Jassem M. (red.). 1989. Choroby i szkodniki buraka cukrowego. PWRiL, Warszawa, 166 ss.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki opryskiwania i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. s. 109–116. W: „Racjonalna technika ochrony roślin”. Materiały z IX Konferencji, 12–13 października 2010, Poznań, 167 ss.
- Kierzek R., Wachowiak M., Kaczmarek S., Krawczyk R. 2009. Wpływ techniki ochrony roślin na skuteczność wykonywanych zabiegów. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2: 75–81.
- Krawczyk R., Adamczewski A., Głowacki G. 2007. Wpływ mikrodawk herbicydów na zachwaszczenie i plon buraka cukrowego. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 159–163.
- Kręcisz M. 1984. Atlas chorób i szkodników buraka. PWRiL, Warszawa, 263 ss.
- Kryczyński S., Mańka M., Sobiczewski P. 2002. Słownik fitopatologiczny. Hortpress, Warszawa, 179 ss.
- Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. PWRiL, Poznań, 39 ss.
- Kucharska K., Kucharski D., Zajdel B. 2015. Bakterie *Xenorhabdus* i *Photorhabdus*, nicienie entomopatogeniczne i owady – funkcjonowanie w złożonym układzie symbiont-pasożyt-żywicieli. *Postępy Mikrobiologii* 54 (2): 154–164.
- Kuś J., Madej A. 2017. Zagospodarowanie słomy a bilans glebowej materii organicznej. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4 (90): 40–57.
- Litwiniec A., Borodynko N., Cichorz S., Rymelska N., Gośka M. 2011. Źródła i mechanizmy odporności buraka cukrowego oraz dzikich form z rodzaju beta na BNYVV. *Kosmos* 60 (3–4): 459–473.
- Maćkowiak Cz. 1997. Nawozy organiczne w gospodarstwach rolnych i ich wpływ na środowisko. Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Przysiek, 21 ss.
- Maćkowiak Cz., Żebrowski J. 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. Nawozy i Nawożenie 4: 110–130.
- Malicki L., Michałowski Cz. 1994. Problem międzyplonów w świetle doświadczeń. *Postępy Nauk Rolniczych* 4: 3–18.
- Malinowski H. 1998. Stan badań nad wykorzystaniem czynników biologicznych do ograniczania populacji owadów żerujących na korzeniach. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa. Seria A. Nr 860*: 104–125.
- Matuska-Łyżwa J. 2012. Aktywność biologiczna i rozrodczość nicieni entomopatogennych wybranej agrocenozy. *Proceedings of Ecopole* 6 (2): 755–761.

- Matyjaszczyk E., Tratwal A., Walczak F. 2010. Wybrane zagadnienia ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym i integrowanej ochronie roślin. Instytut Ochrony Roślin –Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 103 ss.
- Matysiak K., Strażyński P. 2018. Fazy wzrostu i rozwoju wybranych gatunków roślin uprawnych i chwastów według skali BBCH. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 184 ss.
- Merkles R. 1991. Biologische und technische Aspekte einer Mulchsaat nach Anbau von Zwischenfrüchten zur Verhüttung von Erosion und N-Verluste. p. 43–53. In: Proceedings of the 54 International Institute for Beet Research Congress, Bruxelles.
- Miziniak W. 2009. Wpływ rodzaju mulczu i długości płodozmianu na stan zachwaszczenia plantacji buraka cukrowego uprawianego w dwu- i czteroletniej rotacji. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 49 (4): 2052–2057.
- Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom 2. Zastosowanie integrowanej ochrony. PWRiL, Poznań, 286 ss.
- Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom 1. Podstawy integrowanej ochrony, PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Mrówczyński M., Czubiński T., Klejdysz T., Kubasik W., Pruszyński G., Strażyński P., Wachowiak H. 2017. Atlas szkodników roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań, 368 ss.
- Nowakowski M. 1999. Uprawa buraka cukrowego z siewu bezpośredniego. Poplony ścierniskowe. s. 18–24. W: „Niskonakładowa technologia produkcji buraka cukrowego” (I. Gutmański, red.). Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików.
- Nowakowski M. 2010. Racjonalna uprawa roli i nawożenie podstawą sukcesu w uprawie buraka cukrowego. s. 21–28. W: „Buraki – nowe perspektywy”. Wydawnictwo Biznes –Press, Warszawa, 56 ss.
- Nowakowski M. 2013. Przydatność gorczycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. Monografie i Rozprawy Naukowe. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, 2013/43: 150 ss.
- Nowakowski M., Gutmański I., Szymczak-Nowak J., Kostka-Gościński D. 1996. Wpływ nawożenia obornikiem, słomą oraz roślinami poplonowymi na plon i zdrowotność buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie. Rolnictwo 62: 429–435.
- Nowakowski M., Kostka-Gościński D., Szymczak-Nowak J., Gutmański I. 2002. Systemy uprawy buraka cukrowego na różnych glebach. Cz. II. Wschody i plony buraka cukrowego. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 222: 317–324.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 1999. Wpływ uprawy rzodkwi oleistej, gorczycy białej i facelii błękitnej w międzyplonie ścierniskowym na populację mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, Tom XX, Zeszyt 1: 259–266.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 2003. Plony świeżej i suchej masy oraz oddziaływanie antymątwikowe gorczycy białej i rzodkwi oleistej w zależności od odmiany i nawożenia azotem. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, Tom XXIV, Zeszyt 2: 501–508.

- Obrepalska-Stęplowska A., Sosnowska D. 2008. Czynniki chorobotwórcze w biologicznym zwalczaniu nicieni – szkodników roślin. *Biotechnologia* 2 (81): 115–130.
- Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K. 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczeniu zachwaszczenia. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 33–44.
- Pietr S. 2011. Wapno – lek na słomę. *Nowoczesna Uprawa* 8: 68–72.
- Pietrucha O., Żetwin D., Żytiewicz E., Pożar Z., Skarbiłowicz T., Palij W., Puczkow W. 1954. *Szkodniki i choroby buraka cukrowego*. PWRiL, Warszawa, 280 ss.
- PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Pobieranie próbek.
- Praczyk T. 2003. Diagnostyka uszkodzeń herbicydowych roślin rolniczych. PWRiL, Poznań, 144 ss.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. *Integrowana ochrona roślin w zarysie*. Wydawnictwo Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 56 ss.
- 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.
- Przybył J. 2010. Technika w uprawie buraka cukrowego. s. 42–48. W: „Buraki – nowe perspektywy”. Wydawnictwo Biznes-Press Warszawa, 56 ss.
- Roberts H.A. 1970. Diable weed seeds in cultivated soil. Annual Report 1969. National Vegetable Research Station. Wellesbourne, Warwick, England: 25–38.
- Schweizer E.E., Dexter A.G. 1987. Weed control in sugar beets (*Beta vulgaris*) in North America. *Reviews of Weed Science* 3: 113–133.
- Skaracis G.E., Biancardi E. 2000. Breeding for *Cercospora* resistance in sugar beet. p. 177–195. In: “*Cercospora beticola* Sacc. Biology, Agronomic Influence and Control Measures in Sugar beet” (M.J.C. Asher, B. Holtschulte, M. Richard Molard, F. Rosso, G. Steinrücken, R. Beckers, eds.). *Advances in Sugar Beet Research*, Brussels, 215 pp.
- Sommer C. 1990. Konservierende Bodenbearbeitung – ein Baustein Integrierter Landbewirtschaftung. *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft* 42: 71–83.
- Sosnowska D. 2003. Możliwości zastosowania *Pochonia chlamydosporia* Zare et Gams oraz *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson w biologicznym zwalczaniu mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt) i guzaków korzeniowych (*Meloidogyne* spp.). *Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin, Zeszyt 9*, Poznań, 95 ss.
- Sosnowska D., Banaszak H. 1998. Występowanie pasożytniczych grzybów w populacji mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt) w rejonie Torunia. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 38 (2): 457–460.
- Sosnowska D., Banaszak H. 2000. The effect of organic fertilizers on fungi parasitization of beet cyst nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt) eggs in sugar beet cultivated in a three years rotation. *Journal of Plant Protection Research* 40 (1): 73–79.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2002. Plonowanie gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej uprawianych w plonie głównym oraz ich wpływ na populację mątwika burakowego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, Tom XXIII, Zeszyt 2: 223–234.
- Świętochowski B., Tołpa S. 1950. *Chwasty*. Państwowy Instytut Wydawnictw Rolniczych, Warszawa, 160 ss.

- Tomalak M. 2009. Ekspertyza: Czynniki biologiczne dostępne w ochronie upraw ekologicznych przed szkodnikami. http://orgprints.org/30577/1/Tomalak_Czynniki%20biologiczne.pdf [dostęp: 12.12.2018].
- Tomalak M., Sosnowska D. (red.). 2008. Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 95 ss.
- Tomasev I., Sivcev I., Ujva'ry I., To'th M. 2007. Attractant-baited traps for the sugar-beet weevil *Bothynoderes (Cleonus) punctiventris*: Preliminary study of application potential for mass trapping. *Crop Protection* 26: 1459–1464.
- Tyburski J. 2002. Tolerancjyność buraka cukrowego na zwiększoną częstotliwość uprawy. *Rozprawy i Monografie* 58. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, 94 ss.
- Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. s. 117–124. W: Materiały z IX konferencji pt. „Racjonalna technika ochrony roślin”. 12–13 października 2010, Poznań, 167 ss.
- Walczak F. (red.). 2013. Poradnik sygnalizatora ochrony buraka. 2013. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 204 ss.
- Weiss G. 1993. 10 Jahre Zwischenfrüchte gegen Rübennematoden. *Zuckerrübe* 6: 354–355.
- Wilson B.J. 1978. The long-term decline of a population of *Avena fatua* with different cultivations associated with spring barley cropping. *Weed Research* 18 (1): 25–31.
- Włoka E. 2011. Zewnątrzkomórkowe enzymy hydrolityczne wytwarzane przez grzyby owadobójcze – rola w procesie infekcji. *Postępy Biochemii* 57 (1): 115–121.
- Woźnica Z. 2008. Herbologia – podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. PWRiL, Poznań, 430 ss.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (3): 310–315.
- Wulkow A., Hoffmann C. 2010. Ertrag und Qualität der geköpfter und entblätterter Zuckerrüben: theoretisches Potenzial und praktische Bedeutung. *Sugarindustry* 9: 80–87.
- Zbytek Z., Talarczyk W. 2008. Nowe rozwiązania proekologiczne do mechanicznego zwalczania chwastów. s. 250–255. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie roślin ekologicznych” (E. Matyjaszczyk, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 389 ss.
- Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. *Postępy Nauk Rolniczych* 5: 41–51.
- Zimny L., Nowakowski M., Zych A., Skonieczek P. 2017. Koszty i dochodowość produkcji buraka cukrowego w następstwie stosowania 16 systemów uprawy. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 589: 131–143.

Strony internetowe:

- <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin> [dostęp: 17.05.2019]
- <https://www.agrofagi.com.pl> [dostęp: 17.05.2019]
- <http://piorin.gov.pl/sygn/start.php> [dostęp: 17.05.2019]
- <http://iung.pl/dpr/potrzeby.html> [dostęp: 17.05.2019]
- <https://www.convisosmart.pl/> [dostęp: 17.05.2019]
- <https://liz.pl/> [dostęp: 17.05.2019]

ISBN 978-83-64655-44-9