INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony seradeli siewnej 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 seradeli siewnej dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
dr. inż. Przemysława 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, e-mail: upowszechnianie@iorpib.poznan.pl, www.ior.poznan.pl

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
dr. inż. Przemysława Strażyńskiego i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:
prof. dr hab. Jerzy Szukała[4]

Autorzy opracowania:
dr inż. Przemysław Strażyński[1]
prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
dr hab. Eliza Gaweł[2]
dr hab. Roman Krawczyk[1]
prof. dr hab. Marek Korbas[1]
dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
dr Ewa Jajor[1]
dr Wojciech Kubasik[1]
dr Joanna Zamojska[1]
mgr Daria Dworzańska[1]
mgr Andrzej Obst[3]
dr hab. Roman Kierzek[1]
dr hab. Henryk Ratajkiewicz[4]
dr Katarzyna Nijak[1]
dr hab. Kinga Matysiak[1]
dr Joanna Kamasa[1]
dr Krzysztof Krawczyk[1]
dr Grzegorz Gorzała[5]

[1]Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[2]Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy
[3]Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Poznań
[4]Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań
[5]Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

Autorzy zdjęć:
Przemysław Strażyński, Marek Korbas, Roman Krawczyk, Marek Tomalak, Wojciech Kubasik, Katarzyna Nijak, Tomasz Klejdysz, Wojciech Miziniak

Korekta redakcyjna:
Monika Kardasz

ISBN 978-83-64655-43-2

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

Nakład: 100 egz. Ark. wyd. 8,8
Skład i łamanie: Wojciech Szybisty
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 5

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN 7

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin 7
2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych 9

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE SERADELI SIEWNEJ 17

3.1. Stanowisko i płodozmian 17
3.2. Przygotowanie gleby 19
3.3. Dobór odmiany 19
3.4. Nawożenie zrównoważone 19
3.5. Siew 20

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA 22

4.1. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 24
4.2. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 26

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB 27

5.1. Najważniejsze choroby 27
5.2. Niechemiczne metody ochrony 31
5.3. Chemiczne metody ochrony 25

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI 36

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników 36
6.2. Niechemiczne metody ochrony 48
6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 52
6.4. Systemy wspomagania decyzji 54
6.5. Chemiczne metody ochrony 54

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN 56

7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 56
7.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin 61
7.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 66

8. METODY BIOLOGICZNE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH W INTEGROWANEJ OCHRONIE SERADELI SIEWNEJ 68

9. ZNACZENIE BAKTERII NITRYFIKACYJNYCH W ROZWOJU SERADELI SIEWNEJ 82

10. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY 85

11. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN.....91

12. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU.....98

13. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 102

13.1. Przechowywanie środków ochrony roślin 102
13.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin.....103
13.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu.....111

14. FAZY ROZWOJOWE SERADELI W SKALI BBCH 117

15. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN 121

16. SPIS LITERATURY 127

1. WSTĘP

Od początku 2014 roku w Unii Europejskiej obowiązuje uprawa roślin, w tym seradeli, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Opracowanie ma służyć pomocą rolnikom i doradcom we wdrażaniu tych zasad w produkcji seradeli, niezależnie od jej przeznaczenia. W integrowanej ochronie roślin, pierwszeństwo mają metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), a gdy są niewystarczające, wówczas można zastosować metodę chemiczną. Procedura użycia środków ochrony roślin wymaga jednak spełnienia pewnych ściśle określonych warunków, takich jak np. oparcie decyzji o przeprowadzeniu zabiegu o analizę ekonomiczną przewidywanej, potencjalnej straty plonu na podstawie prawidłowej diagnostyki agrofagów (szkodniki, patogeny) i oceny progu szkodliwości; fachowe przygotowanie osoby wykonującej zabieg chemiczny; posiadanie urzędowego certyfikatu sprawności technicznej opryskiwacza; bezwzględne przestrzeganie etykiety środka ochrony roślin, w tym okresu karencji. W integrowanej ochronie roślin nie zakłada się całkowitej likwidacji populacji organizmu szkodliwego, lecz ograniczenie jego liczebności do takiej wielkości, aby nie powodowała strat gospodarczych i środowiskowych.

Realizacja integrowanej ochrony wymaga między innymi:

- umiejętności rozpoznawania gatunków agrofagów oraz znajomości ich biologii i sposobu zachowania się w różnych warunkach pogodowych;
- znajomości wrogów naturalnych i antagonistów oraz ich biologii;
- wiedzy o wymaganiach i rozwoju chronionego gatunku rośliny uprawnej;
- dostępu do informacji o prognozowanych terminach pojawu organizmu szkodliwego oraz rzeczywistej oceny jego nasilenia i dalszego rozwoju;
- znajomości progów ekonomicznej szkodliwości organizmu szkodliwego oraz umiejętności ich wykorzystania w warunkach konkretnej uprawy;
- wiedzy o różnych metodach profilaktyki i zwalczania z umiejętnością ich integracji;
- dostępu do danych glebowych i meteorologicznych miejsca uprawy oraz oceny ich wpływu na rozwój populacji organizmu szkodliwego;
- zdolności przewidywania potencjalnych niekorzystnych skutków ubocznych podejmowanych zabiegów ochrony roślin dla człowieka i środowiska.

INTEGROWANA OCHRONA ROŚLIN (ANG. INTEGRATED PEST MANAGEMENT – IPM)

Jest to sposób ochrony roślin uprawnych przed organizmami szkodliwymi (grzybami, bakteriami, wirusami i innymi czynnikami chorobotwórczymi, owadami, roztoczami, nicieniami, chwastami lub zwierzętami kręgowymi), polegający na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod profilaktyki i ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w celu zminimalizowania potencjalnego zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz środowiska. Celem Integrowanej Ochrony Roślin jest utrzymanie populacji agrofagów poniżej progów szkodliwości oraz zabezpieczenie efektu ekonomicznego produkcji.

PRZYDATNE ADRESY STRON INTERNETOWYCH:

www.ior.poznan.pl – Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
www.minrol.gov.pl – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
www.piorin.gov.pl – Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat w Warszawie
www.ihar.edu.pl – Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
www.ios.edu.pl – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
www.imgw.pl – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
www.cdr.gov.pl – Centrum Doradztwa Rolniczego
www.pzh.gov.pl – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny
www.etox.2p.pl – Internetowy serwis toksykologii klinicznej
www.coboru.pl – Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych
www.iung.pulawy.pl – Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

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

Zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizowanie ich negatywnego wpływu na rośliny uprawne można osiągnąć lub je wspierać między innymi przez: płodozmian; właściwe techniki uprawy (np. zwalczanie chwastów przed siewem lub sadzeniem roślin, przestrzeganie terminu i normy wysiewu, stosowanie wsiewek, uprawę bezorkową 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 odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

Organizmy szkodliwe muszą być monitorowane odpowiednimi metodami i narzędziami, jeżeli są one dostępne. Wśród takich narzędzi powinny znaleźć się: monitoring pól oraz systemy ostrzegania, prognozowania i wczesnego diagnozowania oparte na solidnych podstawach naukowych, 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 redukowanie 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 progi ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, opracowywanie ulotek i publikowanie 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. Będą one także zawierały wskazówki dotyczące doboru i stosowania środków ochrony roślin w taki sposób, który minimalizuje 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.

2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

Wprowadzenie integrowanej ochrony roślin, jako standardu produkcji roślinnej wynika bezpośrednio z postanowień art. 14 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71) oraz art. 55 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego

wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1).

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

Integrowana ochrona roślin została również uregulowana przepisami prawa krajowego. Zgodnie z art. 35 ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. 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 nie będące 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, 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 m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, właściwego nawożenia oraz zapobieganie rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

Według obowiązujących przepisów prawa, do ochrony chemicznej roślin można stosować tylko środki ochrony roślin dopuszczone do obrotu i stosowania na podstawie zezwoleń wydanych przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

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 okres 5 lat. Ze szkoleń podstawowych w zakresie stosowania środków ochrony roślin są zwolnione osoby, które posiadają zaświadczenie wydane przez szkołę ponadpodstawową lub szkołę wyższą stwierdzające, że w dokumentacji przebiegu nauczania tej osoby zostały uwzględnione wszystkie zagadnienia ujęte w programie szkolenia w danym zakresie lub posiadają kwalifikacje wymagane dla osób prowadzących szkolenia w zakresie integrowanej produkcji. Szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin nie są wymagane od pracowników naukowych szkół wyższych lub instytutów badawczych, jeżeli do zakresu

obowiązków tych osób należy prowadzenie zajęć dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:
- stosowania środków ochrony roślin;
- doradztwa dotyczącego stosowania środków ochrony roślin;
- integrowanej produkcji roślin.

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

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

Zgodnie z zapisami ww. rozporządzenia pestycydy na terenie otwartym można stosować przy użyciu:
- sprzętu naziemnego w odległości co najmniej 20 m od pasiek;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 3 m od krawędzi jezdni dróg publicznych, z wyłączeniem dróg publicznych zaliczanych do kategorii dróg gminnych oraz powiatowych;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 1 m od zbiorników i cieków wodnych oraz terenów nieużytkowanych rolniczo, innych niż będących celem zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin.

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

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

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz.U. z 2013 r. poz. 625) reguluje zasady sporządzania cieczy użytkowej. Przygotowanie środków ochrony roślin do zastosowania musi odbywać się w sposób ograniczający ryzyko skażenia:
- wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego;
- gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego.

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

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

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

oraz w poszczególnych etykietach środków ochrony roślin.

Wyszczególnione przepisy regulują ogólne zasady przechowywania środków ochrony roślin. Należy jednak zaznaczyć, że rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych obowiązuje wyłącznie pracodawców i pracowników w rozumieniu ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. Niemniej 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 lub nie zatrudniają pracowników w swoim gospodarstwie.

W myśl tego rozporządzenia producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach oraz w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą oraz zabezpieczyć, tak, aby nie zostały przypadkowo spożyte lub przeznaczone do żywienia zwierząt. Pestycydy mają być również obligatoryjnie zabezpieczone 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. Przechowywane pestycydy powinny być pod zamknięciem, które uniemożliwia dostęp osób trzecich.

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

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

Magazyn taki musi być wyposażony 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 np. przeterminowanych pestycydów, pustych opakowań po tych środkach lub zanieczyszczonych środkami ochrony roślin.

Magazyn należy wyposażyć w sprzęt i urządzenia do składowania, przemieszczania i spiętrzania środków ochrony roślin oraz w przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności.

W miejscu składowania środków ochrony roślin niedopuszczalne jest palenie tytoniu i spożywanie posiłków oraz przechowywanie:
- artykułów żywnościowych i leków;
- pasz dla zwierząt;
- nasion i zbóż niezaprawionych środkami ochrony roślin;
- przedmiotów osobistego użytku;
- materiałów pędnych i łatwo palnych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar lub powierzchnię, lub 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 2016a r., poz. 760);
- 7 czerwca 2016 r. w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz.U. z 2016b r., poz. 924).

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE SERADELI SIEWNEJ

Gatunek seradela siewna (synonim seradela pastewna) (*Ornithopus sativus* Brot.) należący do rzędu bobowców, rodziny bobowate, rodzaj seradela, jest cenną rośliną pastewną o niewielkich wymaganiach, aktualnie uprawianą w wielu rejonach świata. Występuje w naturalnym środowisku Afryki północnocno-zachodniej (Maroko, Algeria), w południowych rejonach Europy i na Półwyspie Pirenejskim (Hiszpania, Portugalia) oraz w Australii i Nowej Zelandii (Andrzejewska i Albrecht 2009). W rodzaju seradela znajdują się gatunki jednoroczne, jare, zimujące w warunkach łagodnych zim, na przykład w południowej Australii. Najbardziej znane na świecie są dwa gatunki seradeli: seradela siewna (pastewna, nazywana też różową lub francuską) – *Ornithopus sativus* Brot. oraz seradela żółta – *Ornithopus compressus* L. Ten drugi gatunek można spotkać w rejonie Morza Śródziemnego, na pastwiskach ubogich w wapń o opadach rocznych przekraczających 400 mm. Seradelę żółtą uprawia się głównie w górach do wysokości 1500 m n.p.m. W latach 50. XX wieku seradela uprawiana w rejonie Morza Śródziemnego przedostała się do Australii. Do Polski trafiła stosunkowo niedawno, około 110 lat temu z Niemiec. Aktualnie seradelę pastewną użytkuje się na paszę oraz do użyźniania gleby po przyoraniu. Jednak ten gatunek głównie służy do produkcji paszy objętościowej. Wcześniej seradela miała duże znaczenie w uprawie na przyoranie w celu użyźnienia gleby, ponieważ ze względów demograficznych produkcja żywności konieczna była także na glebach lekkich po wyciętych lasach, ubogich i zakwaszonych. Warto wspomnieć o braku w tym okresie nawozów uzupełniających niedobór azotu w glebie. Seradela jak wszystkie rośliny z rodziny bobowatych posiada zdolność do współżycia z bakteriami symbiotycznymi wiążącymi azot atmosferyczny wykorzystywany przez rośliny niebobowate uprawiane z nią w mieszankach oraz rośliny następcze. Ilość azotu transferowanego do innych roślin i pozostawionego w glebie w uprawie seradeli bywa znaczna. Dlatego seradela pod koniec XIX wieku aż do lat 70. XX wieku miała duże znaczenie nawozowe, dostarczając do gleby, po przyoraniu wytworzonej masy, azot i inne niezbędne dla roślin składniki pokarmowe. Dużym uznaniem seradela cieszyła się na terenach piaszczystych, gdzie jej wysoką rangę wartościowej dla rolnictwa rośliny podkreślano przez nadanie potocznej nazwy „koniczyna gleb lekkich". Jeszcze w latach 60. ubiegłego wieku w naszym kraju uprawiano około 220 tys. ha seradeli (Święcicki 1972). Wiele czynników wpłynęło na ograniczenie uprawy tego gatunku, wśród nich było nawożenie roślin azotem mineralnym, intensyfikacja uprawy

zbóż i zastosowanie ciężkich maszyn (kombajnów) do ich zbioru. Wymienione wcześniej czynniki spowodowały mniejsze zainteresowanie wsiewaniem seradeli w zboża. W tym czasie znaczenia nabrała uprawa seradeli w mieszankach z innymi roślinami bobowatymi, np. z łubinem żółtym lub też z trawami z przeznaczeniem na paszę. Po roku 2010 powierzchnia uprawy seradeli i innych gatunków roślin bobowatych drobnonasiennych na zielonkę była kilka do kilkunastokrotnie razy mniejsza od tej z lat 60. XX wieku (tab. 1). Obecnie krajowa produkcja nasion seradeli jest niewystarczająca i nie pokrywa zapotrzebowania na materiał siewny, dlatego importujemy nasiona seradeli z innych krajów.

Seradela zwiększa ilość substancji organicznej i składników pokarmowych w glebie, a ponieważ uprawia się ją na glebach słabszych pełni tam rolę gatunku strukturotwórczego. Użyźnia słabe gleby zaliczane do klasy V i VI, które w naszym kraju zajmują około 30% ogólnej powierzchni uprawnej. Na glebach słabych seradela jest uważana za jedną z wartościowszych roślin pastewnych. W ostatnich latach wyraźnie wzrósł udział zbóż w strukturze zasiewów, niekiedy przekracza on 70%, a w kilku województwach osiąga nawet 78% struktury zasiewów. Rolnicy gospodarujący w tych województwach wprowadzają do uprawy wsiewki, międzyplony ozime i ścierniskowe zawierające w składzie rośliny bobowate w celu załagodzenia ujemnego działania zbóż na glebę. Przy dominacji zbóż w strukturze zasiewów seradela niweluje negatywne skutki częstej uprawy zbóż po sobie, zmniejsza porażenie chorobami, pełni ważną fitosanitarną rolę w zmianowaniu, ogranicza zachwaszczenie zbóż i użyźnia glebę.

Tabela 1. Powierzchnia uprawy i plony seradeli i innych mniej znanych bobowatych pastewnych w latach 2010–2017

Uprawa	Lata (średni plon według danych GUS w t/ha)				
	2010	2011	2014	2016	2017
Na paszę	37 120 (15,9)	34 800 (16,9)	8 723 (18,0)	81517 (16,7)	47 392 (17,0)
Na nasiona	1 833 (0,57)	2 058 (0,67)	1 147 (0, 85)	24 737 (0,63)	18 212 (0,61)

Źródło: Obszary tematyczne/Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2010, 2011, 2014, 2016, 2017

3.1. Stanowisko i płodozmian

Seradela należy do niewielkiej grupy cennych gatunków roślin pastewnych przydatnych do uprawy na glebach lekkich. Gatunek ten nie ma szczególnych wymagań względem siedliska, można ją uprawiać na glebach ubogich w składniki pokarmowe i zakwaszonych. Odpowiednie pod jej uprawę są

zwłaszcza gleby położone na 40–60-centymetrowej warstwie gliny lub na glebie piaszczystej z domieszką gliny. Seradela należy do nielicznych gatunków u których brodawki korzeniowe zawiązują się i rozwijają przy stosunkowo niskim pH gleby (pH 4). W warunkach tego pH gleby większość roślin seradeli posiada małe, żywe brodawki, a przy pH 7 wszystkie rośliny są skolonizowane przez bakterie symbiotyczne i mają brodawki wytworzone na korzeniach, z czego połowę stanowią brodawki duże. Bakterie symbiotyczne *Bradyrhizobium* współżyjące z seradelą najlepszą aktywność osiągają przy pH w granicach 5,5–6,5 (http://www.nawozy.pl/rosliny-niedoceniane-i-niechciane/). Dla wzrostu i rozwoju seradeli sprzyjające są warunki klimatu oceanicznego charakteryzujące się dużą wilgotnością powietrza, często występującymi rosami i znacznymi opadami atmosferycznymi. Gatunek ten posiada umiejętność korzystania z wody występującej we mgłach. Wymagania wodne seradeli określane są jako średnie, a roczne zapotrzebowanie tej rośliny na opady wynosi 400–500 mm. Seradelę charakteryzują małe wymagania termiczne, może ona przetrwać wiosenny spadek temperatury do –5°C. Poza tym seradela jest mało wrażliwą na warunki klimatyczne rośliną klimatu chłodnego i wilgotnego. W warunkach meteorologicznych Polski seradela jest gatunkiem jarym, kiełkującym w temperaturze 3,5°C, jej okres wegetacji trwa około 115–160 dni. Nieodpowiednie pod uprawę seradeli są gleby przesuszone, podmokłe i wapienne. Seradelę cechują małe wymagania co do przedplonu, w zasadzie mogą nim być wszystkie rośliny uprawiane na glebach lekkich (tab. 2).

Tabela 2. Przydatność przedplonów dla seradeli

Stanowisko	Przedplon
Bardzo dobre	ziemniaki
Dobre	pszenżyto ozime, żyto, jęczmień ozimy
Słabe	rośliny oleiste, zboża jare, rośliny przemysłowe (len, konopie), niektóre pastewne (słonecznik, rośliny prosowate)
Złe	inne bobowate grubo- i drobnonasienne

Najlepszym przedplonem dla seradeli są zboża. Ważne jest by roślina przedplonowa pozostawiała po sobie glebę wolną od chwastów, gdyż seradela rośnie i rozwija się wolno więc w początkowym okresie chwasty pozostałe po poprzedniej uprawie mogłyby ją zagłuszyć lub zahamować jej wzrost i rozwój. Rośliny oleiste zaliczone są do słabych przedplonów z powodu wyczerpywania gleby ze składników pokarmowych. Najczęściej seradelę wsiewa się w zboża jare i ozime, a po ich zbiorze, jesienią wsiewkę przeznacza na paszę lub przyoranie. Przyorywanie seradeli praktykowane jest w celu wzbogacenia gleby w substancję organiczną

i składniki pokarmowe oraz poprawy struktury gleby. Uprawa seradeli na zielony nawóz najczęściej praktykowana jest w rolnictwie ekologicznym i integrowanym. Przyorana biomasa seradeli staje się w glebie pożywką dla wielu pożytecznych mikroorganizmów, stymulując ich liczebność. Przeważnie seradelę przyoruje się jesienią. Wyjątkowo pod ziemniaki można pozostawić nieprzyoraną seradelę by ograniczyć wymywanie składników pokarmowych w okresie zimowym, a orkę przeprowadza się wiosną. Seradela pozostawia po sobie dobre stanowisko, nadające się pod uprawę zbóż jarych, ziemniaków i innych roślin dwuliściennych niebobowatych.

3.2. Przygotowanie gleby

Przy uprawie seradeli w czystym siewie, orka musi być wykonana jesienią. Wiosną, w okresie obsychania roli należy przeprowadzić bronowanie lub płytko zastosować agregat uprawowy.

Pod uprawę seradeli należy bezwzględnie przeznaczać stanowisko wolne od chwastów. Jeżeli seradelę uprawia się metodą wsiewki w zboża, przygotowanie gleby polega na przeprowadzeniu uprawek typowych dla zbożowej rośliny ochronnej. Zboża pełnią też rolę rośliny podporowej dla seradeli, zapobiegają wyleganiu i rozwojowi chwastów we wsiewce.

Jeśli seradelę uprawiamy w międzyplonie ścierniskowym siew powinien być wykonany bezpośrednio po zbiorze zboża. W związku z tym po zebraniu plonu głównego pozostaje niewiele czasu na siew międzyplonu ścierniskowego. Dlatego należy szybko przygotować pole np. po życie i pszenżycie przez zastosowanie brony talerzowej lub płytką podorywkę. Pamiętać należy o tym, że seradelę wysiewa się płytko, stąd w celu lepszego podsiąkania dobrym zabiegiem jest zastosowanie lekkiego wału gładkiego.

3.3. Dobór odmiany

Aktualnie w Krajowym Rejestrze Odmian Roślin Uprawnych nie ma żadnej wpisanej odmiany seradeli. Ostatnią była krajowa odmiana Igela wpisana do tego rejestru w 2000 roku. W latach 90. XX wieku Polska posiadała również inne odmiany seradeli, np. Bydgoską, Mazurską Białą, Lacertę. W obrocie nasiennym nadal może być dostępna odmiana Igela. W niektórych rejonach, gdzie tradycyjnie od wielu lat sieje się seradelę uprawiane mogą być lokalne populacje tego gatunku.

3.4. Nawożenie zrównoważone

Seradela posiada zdolność do życia w symbiozie z bakteriami brodawkowymi wiążącymi azot cząsteczkowy z powietrza, więc uprawiana w siewie czystym nie

wymaga nawożenia tym składnikiem. Jeśli wsiewa się ją w żyto lub owies ograniczamy nawożenie azotem zboża do 20–30 kg N/ha. Część azotu związanego symbiotycznie dostaje się do gleby w wydzielinach korzeniowych i resztkach pozbiorowych. Roślina zbożowa korzysta wtedy z azotu transferowanego z seradeli do gleby. Dobre warunki do rozwoju seradela znajduje na glebach lekko kwaśnych o pH 5,5–6,5, jednak przy tej kwasowości gleby mogą wystąpić niedobory magnezu. Brak tego składnika w glebie uzupełnia się stosując nawozy zawierające magnez w składzie. Dawki nawozów fosforowych i potasowych w uprawie seradeli wynoszą: 30–60 kg/P_2O_5 oraz 60–80 kg/K_2O.

3.5. Siew

Na nasiona

Najczęściej siew czysty seradeli (bez rośliny ochronnej) wykonuje się w uprawie na nasiona. Wtedy, wczesną wiosną, na 1 ha wysiewa się 20–25 kg nasion w rozstawie 15–20 cm. Nasiona należy umieścić w glebie na głębokość 2 cm. Zarówno w uprawie na nasiona, jak i na paszę zalecane jest zaprawianie (szczepienie) nasion seradeli nitraginą (szczepionka bakteryjna) zawierającą właściwe dla tego gatunku bakterie symbiotyczne – *Bradyrhizobium lupini*. Bezwzględnie zaprawianie nasion tymi bakteriami należy przeprowadzić, gdy na obsiewanym polu wcześniej nie uprawiano seradeli i łubinu. Seradela uprawiana bez rośliny ochronnej często wylega, utrudniony jest wtedy kombajnowy zbiór nasion.

Dotychczas za najskuteczniejszy sposób uprawy seradeli na nasiona uważa się uprawę w siewie czystym. Szukała (1997) w badaniach wykazał, że w warunkach bez deszczowania, obok tradycyjnie preferowanego siewu czystego można z powodzeniem uprawiać seradelę jako wsiewkę w żyto, które należy jednak desykować w fazie pierwszego kolanka. Chroni się w ten sposób rośliny przed wyleganiem.

Na paszę

Na paszę seradelę najczęściej uprawia się metodą wsiewki w zboża ozime: żyto i pszenżyto (tab. 3). Wysiewa się gęściej około 1000 kiełkujących nasion seradeli na 1 m^2, co odpowiada 30–40 kg nasion/ha na głębokość 2 cm. Seradelę na paszę i przyoranie wysiewa się w rozstawie międzyrzędzi mniejszej niż w uprawie na nasiona, wynoszącej 10–15 cm. Zaleca się zmniejszenie o 20% ilości wysiewu rośliny ochronnej w celu zmniejszenia konkurencyjności względem seradeli. Siew seradeli można przeprowadzić wczesną wiosną, siewnikiem rzędowym lub rzutowo ręcznie bądź siewnikiem do nawozów (ten sposób jest bardziej korzystny dla wsiewki), w fazie ruszania wegetacji ozimin. Późniejszy wysiew w rejonach o większych opadach jest możliwy w fazie kłoszenia ozimin. Wówczas zwiększa się normę wysiewu seradeli do 50–70 kg nasion/ha. Dla wsiewki seradeli w zboża

ozime niebezpieczne są susze majowe przypadające w okresie strzelania w źdźbło u zbóż. Koszenie na ziarno rośliny ochronnej należy przeprowadzić na wysokość 15 cm lub nieco wyżej, wówczas wsiewka (seradela) pozostanie nieuszkodzona. Po skoszeniu rośliny ochronnej i niezwłocznym zebraniu słomy z pola seradela rozpocznie szybki wzrost i rozwój. W uprawie w międzyplonie ścierniskowym seradelę można również wysiać w lipcu lub początkach sierpnia.

Tabela 3. Plon suchej masy seradeli uprawianej jako wsiewka poplonowa w zboża ozime (t/ha)

Gatunek i odmiana zboża	Nawożenie zbóż azotem (kg/ha)			
	0	30	60	90
Pszenżyto – odm. Grado	2,84	2,34	2,36	1,74
Żyto – odm. Dańkowskie Złote	3,42	3,12	2,60	1,61
Średnia	2,95	2,73	2,48	1,68

Źródło: Andrzejewska i Ignaczak (1996)

Wsiewki seradeli w zboża ozime i jare stosowane są nie tylko w celu wzbogacenia gleby w substancję organiczną i składniki pokarmowe, ale również po to by ograniczyć zachwaszczenie zbóż. Szczególnie dużą rolę w ochronie zbóż przed zachwaszczeniem pełni wsiewka seradeli w systemie gospodarowania integrowanego i ekologicznego.

Na glebach zasobnych w składniki pokarmowe seradela wytwarza korzeń palowy z dużą liczbą korzeni bocznych osiągających długość około 1 m. Na glebach ubogich w składniki mineralne korzeń palowy seradeli osiąga 30–40 cm długości. Roślina ta nie wytwarza pędu głównego tylko tuż przy glebie rozgałęzia się tworząc kilkanaście cienkich, rozesłanych lub stojących pędów o wysokości około 30–60 cm. Pędy i łodygi seradeli są lekko owłosione. Liście cienkie, długie nieparzystopierzaste. Seradela kwitnie długo i obficie, wytwarza mało kwiatków na roślinie, owocem są niepękające wzdłuż strąki podzielone na 4–7 jednonasiennych segmentów. Nasiona seradeli są drobne, nerkowate o masie 1000 nasion około 3–6 g.

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

Chwasty są nieodłącznym elementem pól, a występujące w glebie ich diaspory (nasiona, kłącza, rozłogi, cebulki) stanowią główne źródło zachwaszczenia. Gdy w glebie występują licznie, ryzyko zachwaszczenia wzrasta. Stąd generalnie w uprawach wrażliwych na zachwaszczenie należy unikać stanowisk bogatych w glebowy bank nasion. Powolny wzrost seradeli siewnej (*Ornithopus sativus* Brot.) w początkowym okresie wegetacji sprawia, że plantacja łatwo ulega zachwaszczeniu (fot. 1). Skala szkodliwości zachwaszczenia będzie zależna od spektrum występujących gatunków chwastów i ich liczebności oraz terminu występowania, a także biologii i rytmu rozwoju chwastu i rośliny uprawnej (fot. 2 i 3), a przede wszystkim od działalności rolniczej w następstwie wykonywanych działań agrotechnicznych.

Zarówno czas użytkowania – w zależności od tego czy będzie to uprawa w plonie głównym czy w międzyplonach, oraz sposób uprawy, który może być w siewie czystym, jak i w mieszankach z innymi roślinami, będą miały wpływ na konkurencyjność uprawy względem chwastów.

Fot. 1. Zachwaszczenie we wczesnych fazach wzrostu seradeli (fot. K. Krawczyk)

Fot. 2. Zachwaszczenie żółtlicą drobnokwiatową (*Galinsoga parviflora* Cav.) (fot. K. Krawczyk)

Fot. 3. Zachwaszczenie komosą (*Chenopodium album* L.) (fot. R. Krawczyk)

W zależności od przeznaczenia uprawy znaczenie poszczególnych gatunków roślinności towarzyszącej będzie inne. Na kwalifikowanych plantacjach nasiennych zachwaszczenie ujemnie wpływa na ilość i jakość plonu nasion, a nasiona niektórych gatunków chwastów są trudne do usunięcia z plonu. Natomiast użytkując seradelę na paszę skarmianą w formie pasz objętościowych te same gatunki roślin występując w umiarkowanych ilościach pełnią funkcję ziół, wzbogacających skład botaniczny paszy.

Seradela siewna uznawana za jeden z cenniejszych gatunków roślin pastewnych gleb lekkich (Święcicki 1972; Krzymuski i Krasowicz 1979; Bojarszczuk i wsp. 2013). Jest uprawiana głównie na zielonkę w siewie czystym lub w mieszankach z innymi roślinami jak również jako wsiewka z przeznaczeniem do produkcji pasz objętościowych lub w celu użyźnianiu gleb przez przyoranie na zielony nawóz (Batalin 1961; Gromadziński i Sypniewski 1977; Krzymuski i Krasowicz 1979). Uprawa seradeli jest czynnikiem łagodzącym ujemne skutki upraw zbóż w uproszczonych zmianowaniach lub ich monokultury (Paprocki i wsp. 1979; Andrzejewska 1993). W badaniach przeprowadzonych na kontynencie australijskim przez Doole i wsp. (2009) w ramach integrowanej strategii regulacji zachwaszczenia zbożowych na terenach, na których występowały biotypy chwastów odpornych na herbicydy z grupy A, korzystne było wprowadzenie do zmianowania jednorocznej uprawy seradeli, natomiast w warunkach występowania odporności na więcej grup herbicydów w zmianowaniu była wymagana większa częstotliwość uprawy seradeli.

Korzyści wynikające z uprawy seradeli w ogniwie płodozmianu w ramach integrowanej ochrony należy rozpatrywać w aspekcie długoterminowym dla danego stanowiska. W licznych badaniach przeprowadzonych w uprawach zbóż z wsiewką seradeli zachwaszczenie było mniejsze w porównaniu do czystych zasiewów zbóż (Staniak i wsp. 2013; Staniak i wsp. 2015).

4.1. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Metody agrotechniczne są istotnym elementem integrowanej ochrony w regulacji zachwaszczenia. Wybór odpowiedniego stanowiska pod uprawę seradeli ma istotne znaczenie szczególnie w jej zasiewach czystych, gdyż powolny początkowy wzrost sprawia, że plantacja łatwo ulega zachwaszczeniu. Zasiewy seradeli w mieszankach ze zbożami są mniej podatne na zachwaszczenie.

Głównym źródłem zachwaszczenia są obecne w glebie diaspory chwastów, dlatego w ramach integrowanej ochrony działania ograniczające ich liczebność powinny być uwzględnione na każdym etapie uprawy, a metody agrotechniczne wraz z bezpośrednim zwalczaniem chwastów powinny się wzajemnie uzupełniać (Harker 2013).

Podstawowym elementem integrowanej ochrony przed zachwaszczeniem jest płodozmian oraz działania prewencyjne oparte na profilaktyce (Tomalak i wsp. 2004; Pannacci i wsp. 2017). Odpowiednio skonstruowany płodozmian powinien wpływać na poprawę żyzności gleby oraz zmniejszać ryzyko zachwaszczenia (Benoit i wsp. 2003; Eyre i wsp. 2011; Graziani i wsp. 2012; Hosseini i wsp. 2014; Bonciarelli i wsp. 2016).

Sposób siewu jest istotnym czynnikiem wpływającym na zmniejszenia ryzyka zachwaszczenia.

Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego w optymalnych warunkach dla siewu zapewnia wyrównane i szybkie wschody roślin. Siać należy w dobrze uprawioną glebę w zalecanych ilościach i terminach dla danego regionu. Siew seradeli w mieszankach z innymi uprawami zwiększą konkurencyjność takiej uprawy względem chwastów.

Bezpośrednie niechemiczne zwalczanie chwastów

Ograniczanie liczebności glebowego banku nasion chwastów należy uwzględnić już w zespole uprawek pożniwnych, po zbiorze rośliny przedplonowej. W tych zabiegach należy dążyć do stymulowania kiełkowania chwastów, a następnie zwalczać ich siewki, w celu zmniejszania liczby żywotnych diaspor chwastów. Ten okres jest właściwy do zwalczania gatunków chwastów wieloletnich rozmnażających się przez podziemne rozłogi lub kłącza jak np.: mlecze, ostrożeń polny, powój polny, szczaw polny, gdyż ich zwalczanie w zasiewach seradeli jest bardzo ograniczone lub niemożliwe.

Po wschodach seradeli możliwe jest odchwaszczanie mechaniczne, gdy rośliny osiągną 3–4 cm wysokości wykonując bronowanie w poprzek rzędów.

Podstawowym źródłem zachwaszczenia są obecne w glebie diaspory chwastów (nasiona kłącza, rozłogi, bulwy, cebulki). Przeprowadzane zabiegi agrotechniczne powinny uwzględniać zmniejszenie liczebności diaspor chwastów w glebie przez różne rodzaje działań, we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów, gdzie ostateczny wynik prowadzi w kierunku systematycznego zmniejszenia ich liczebności w glebie.

Spośród metod agrotechnicznych bardzo ważna jest właściwy płodozmian oraz działania prewencyjne oparte o właściwą profilaktykę.

W ramach działań profilaktycznych należy unikać stanowisk mocno zachwaszczonych, szczególnie gatunkami chwastów wieloletnich jak perz właściwy (*Elymus repens*). Podczas prac pielęgnacyjnych należy czyścić maszyny z diaspor chwastów, aby nie przenosić ich na nowe stanowiska.

Celem uprawy seradeli w płodozmianie jest poprawa żyzności gleby ale również ograniczenie ryzyka zachwaszczenia (Benoit i wsp. 2003; Eyre i wsp. 2011; Graziani i wsp. 2012; Hosseini i wsp. 2014; Bonciarelli i wsp. 2016).

4.2. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Chemiczne zwalczanie chwastów oparte jest na środku chwastobójczym zawierającym mieszaninę substancji czynnych: pendimetalina i dimetenamid-P (Wing-P 462,5 EC). Herbicyd ten zalecany jest do 3 dni po siewie.

Herbicydy zawierające pendimetalinę najlepiej stosować bezpośrednio po siewie, gdyż ich skuteczność zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem wilgotności gleby.

Wrażliwe gatunki chwastów najskuteczniej są zwalczane w fazie kiełkowania i wschodów. Pendimetalina zwalcza szereg gatunków chwatów, w tym: fiołki (*Viola* sp.), gwiazdnicę pospolitą (*Stellaria media*), jasnoty (*Lamium* sp.), komosy (*Chenopodium* sp.), przetacznika perskiego (*Veronica persica*), rdesty (*Polygonum* sp.), rzodkiew świrzepę (*Raphanus raphanistrum*), tasznika pospolitego (*Capsella bursa-pastoris*) oraz z roślin jednorocznych jednoliściennych, takie gatunki, jak: chwastnica jednostronna (*Echinochloa cruss-gali*) i wiechlina roczna (*Poa annua*). Dimetenamid-P zwiększa skuteczność względem niektórych jednorocznych gatunków chwastów trawiastych i gatunków dwuliściennych w środkach chwastobójczych zawierających pendimetalinę.

W latach 90. XX wieku odchwaszczanie seradeli oparte było na środkach chwastobójczych zawierających metamitron. Herbicydy te były stosowane doglebowo, bezpośrednio po siewie lub po wschodach w fazie 2–4 liści seradeli.

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

5.1. Najważniejsze choroby

Seradela jest gatunkiem stosunkowo odpornym na choroby (Zgórkiewicz i Mackiewicz 1980). W uprawie seradeli, zarówno na pasze, jak i na plantacjach nasiennych, obserwuje się niewiele problemów związanych z patogenami, chociaż istnieje kilka chorób, które potencjalnie mogą wystąpić i stanowić zagrożenie. Należą do nich, najczęściej obserwowana przez wielu autorów, antraknoza seradeli wywoływana przez *Colletotrichum trifolii,* a także fuzarioza seradeli (*Giberella avenacea, Fusarium* spp.) (fot. 4 i 5) oraz zgorzel siewek i zgnilizna korzeni powodowane przez kompleks organizmów chorobotwórczych, w tym głównie *Fusarium* spp. i *Rhizoctonia solani* (Golenia i Romankow 1974; Zgórkiewicz i Mackiewicz 1980; Skinder i wsp. 2007; Borecki i Schollenberger 2017). W uprawie saradeli mogą wystąpić również polifagiczne gatunki grzybów powodujących zgniliznę twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*) i szarą pleśń (*Botrytis cinerea*), a także plamistości liści powodowane przez różne gatunki patogenów: *Peronospora ornithopi, Botrytis cinerea, Pleiochaeta setosa* (tab. 4).

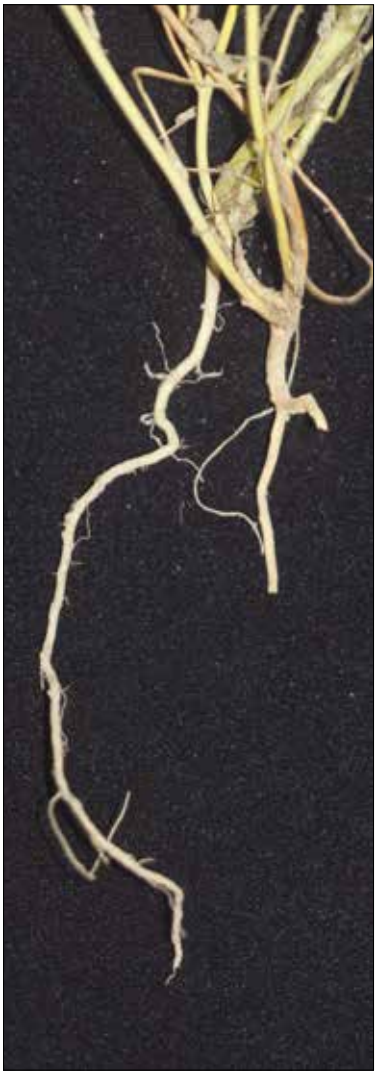
Tabela 4. Przykłady chorób występujących w uprawie seradeli

Choroba	Sprawca/sprawcy
Antraknoza seradeli (Zgorzel pędów seradeli)	*Colletotrichum trifolii* Bain
Fuazarioza seradeli (Więdniecie fuzaryjne seradeli)	*Giberella avenacea* R.J. Cooke; an. *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. *Fusarium* spp.
Mączniak rzekomy seradeli	*Peronospora ornithopi* Gaum.
Szara pleśń	*Botrytis cinerea* Pers.
Zgnilizna twardzikowa	*Sclerotina sclerotiorum* (Lib.) de Bary
Zgorzel siewek, zgnilizny korzeni	różne gatunki organizmów chorobotwórczych, głównie *Pythium spp., Rhizoctonia solani* i *Fusarium* spp.

Źródło: Golenia i Romankow (1974); Farr i wsp. (1989); Kochman i Węgorek (1997); Skinder i wsp. (2007); Kryczyński i Weber (2011)

Znajomość źródeł infekcji oraz warunków, które sprzyjają pojawieniu chorób są pomocne przy precyzyjnym określeniu organizmu chorobotwórczego i metod zapobiegania jego wystąpieniu (tab. 5).

Fot. 4. Fuzarioza seradeli (po prawej) powoduje przedwczesne zasychanie roślin (fot. M. Korbas)



Fot. 5. Fuzarioza seradeli – porównanie sytemu korzeniowego zdrowej i chorej rośliny (po prawej) (fot. M. Korbas)

Oprócz znajomości warunków sprzyjających występowaniu danej choroby w uprawie seradeli ważne jest również prawidłowe jej określenie. W tabeli 6 opisane zostały charakterystyczne objawy najważniejszych, powodowanych przez patogeny, chorób występujących w tej uprawie. Grzyby chorobotwórcze pojawiać się mogą na wszystkich częściach seradeli, tj. łodygach, szyjkach korzeniowych, korzeniach, liściach, strąkach oraz nasionach i występują przez cały okres jej wegetacji, czyli od fazy kiełkowania do końca dojrzewania.

Tabela 5. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura (°C)	wilgotność gleby i powietrza
Antraknoza seradeli (Zgorzel pędów seradeli)	nasiona i resztki porażonych roślin	wysoka temperatura	susza powodująca osłabienie roślin, a następnie wzrost wilgotności
Fuazarioza seradeli (Więdniecie fuzaryjne seradeli)	resztki porażonych roślin oraz grzyby bytujące w glebie i na nasionach	wysoka temperatura	osłabienie roślin spowodowane zarówno suszą, jak i podwyższona wilgotnością
Mączniak rzekomy seradeli	oospory na resztkach porażonych roślin lub na nasionach	chłodna wiosna oraz początek lata	podwyższona i opady deszczu
Szara pleśń	resztki pożniwne, samosiewy, chwasty, nasiona, gleba	10–18°C, optymalnie 15°C	wysoka
Zgnilizna twardzikowa	sklerocja (przetrwalniki) w glebie oraz w materiale siewnym	5–25°C, optymalnie 16–22°C	wysoka
Zgorzel siewek, zgnilizny korzeni	resztki pożniwne oraz grzyby bytujące na chwastach oraz w glebie	poniżej 6°C	nadmiernie uwilgotniona gleba

Źródło: Golenia i Romankow (1974); Zgórkiewicz i Mackiewicz (1980); Kryczyński i Weber (2011)

Tabela 6. Cechy diagnostyczne chorób seradeli

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Antraknoza seradeli (Zgorzel pędów seradeli)	Choroba występuje zarówno na siewkach, jak i na roślinach starszych. W obrębie szyjki korzeniowej występują czerniejące plamy. Symptomy antraknozy można obserwować też na ogonkach liściowych, łodygach, strąkach i rzadziej na liściach. Na porażonych organach tworzą się granatowobrunatne, wydłużone, owalne, lekko zagłębione plamy, które stopniowo rozszerzają się wzdłuż i w poprzek, np. łodygi, obejmując cały jej obwód. Na plamach można zauważyć drobne, czarne punkty, które są skupieniami trzonków konidialnych i zarodników grzyba. W okresie wilgotnej pogody widoczny jest niekiedy bladoróżowy, śluzowaty nalot złożony z masy zarodników patogena. W miejscu porażenia łodygi są osłabione i łatwo się łamią. Cały lub część pędu powyżej porażenia więdnie i zamiera. Plon zielonej masy i nasion jest obniżony. Nasiona są zainfekowane (stanowią źródło infekcji), niedorozwinięte i mają mniejszą zdolność kiełkowania	mączniak rzekomy
Fuazarioza seradeli (Więdniecie fuzaryjne seradeli)	Choroba objawia się więdnięciem, żółknięciem i zasychaniem roślin. Występuje początkowo placowo, z czasem obejmuje coraz większą powierzchnię. W warunkach podwyższonej wilgotności na szyjkach korzeniowych można zaobserwować białoróżowy nalot grzybni i zarodników konidialnych. Choroba może być przyczyną istotnych start, zwłaszcza na plantacjach nasiennych	szara pleśń
Mączniak rzekomy seradeli	Na liściach można zaobserwować żółtawe plamy, a na ich dolnej stronie, w okresie podwyższonej wilgotności, widoczny jest szarawo-fioletowy nalot struktur patogena. Jest on dobrze widoczny na tle żółknących liści. W wyniku silnego porażenia liście żółkną i obumierają	askochytoza wyki

Tabela 6. Cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Szara pleśń	Zagłębione, nieregularne, sinozielone plamy pokryte szarobrązowym nalotem (grzybnia i zarodniki konidialne patogena) na liściach. Liście stopniowo gniją i zamierają. Na łodygach zagłębione, nieregularne, szarobrunatne plamy pokryte szarym nalotem (grzybnia i zarodniki konidialne patogena). Mogą powodować wyłamywanie się i zamieranie łodyg	askochytoza wyki
Zgnilizna twardzikowa	Białoszare, niekiedy koncentrycznie strefowane plamy rozszerzające się na cały obwód łodygi; wewnątrz, a często także na powierzchni łodyg, pojawia się gęsta, watowata, biała grzybnia, oraz czarne, kuliste przetrwalniki grzyba (sklerocja)	szara pleśń
Zgorzel siewek, zgnilizny korzeni	Porażone rośliny początkowo żółkną, więdną, a następnie zamierają. Na korzeniach i na szyjce korzeniowej widoczne jest zbrunatnienie i zgnilizna. W warunkach podwyższonej wilgotności na szyjkach korzeniowych można zaobserwować białoróżowy nalot zarodnikowania sprawców choroby	fuzarioza seradeli

Źródło: Golenia i Romankow (1974); Zgórkiewicz i Mackiewicz (1980); Farr i wsp. (1989); Kochman i Węgorek (1997); Kryczyński i Weber (2011); Korbas i wsp. (2016)

5.2. Niechemiczne metody ochrony

Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna polega na ograniczaniu obecności sprawców chorób przede wszystkim przez prawidłowe i terminowe wykonywanie wszystkich czynności związanych z przygotowaniem gleby i prowadzeniem uprawy seradeli (Häni i wsp. 1998; Kryczyński i Weber 2010).

Zabiegi agrotechniczne obok wysiewu zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego, to jedyne metody stosowane w uprawie seradeli w celu ograniczenia występowania grzybów chorobotwórczych i start w plonie (fot. 6 i 7). Dlatego ważne jest połączenie tych dwóch metod w celu zmniejszenia ewentualnego porażenia seradeli przez wiele patogenów.

Fot. 6. Zdrowe i wolne od patogenów rośliny (fot. M. Korbas)

Fot. 7. Wolne od organizmów chorobotwórczych rośliny seradeli wydają zdrowe strąki i nasiona (fot. M. Korbas)

Ważnymi elementami metody agrotechnicznej są odpowiednia lokalizacja uprawy, w tym płodozmian oraz terminowa i staranna uprawa roli (Jasińska i Kotecki 2003). Wybór stanowiska wpływa np. na nasilenie, ważnej w uprawie seradeli, antraknozy. Na równym i otwartym terenie choroba rozwija się słabiej, niż w miejscach obniżonych i otoczonych np. lasem (Zgórkiewicz i Mackiewicz 1980). Wielu autorów wskazuje na konieczność przestrzegania odpowiedniego zmianowania miedzy innymi w celu uniknięcia infekcji przez liczne gatunki grzybów, np. *Fusarium* spp. czy *Colletotrichum trifolii* z porażonych w poprzednich latach resztek pożniwnych (Zgórkiewicz i Mackiewicz 1980; Häni i wsp. 1998; Kryczyński i Weber 2010). Resztki roślinne powinny być zawsze staranie niszczone i głęboko przyorane. Odpowiedni płodozmian ma szczególne znaczenie również przy ograniczaniu porażenia przez *S. sclerotiorum*, który poraża wiele gatunków roślin uprawnych, w tym seradelę. Jest to ważne ze względu na występujące w glebie sklerocja tego grzyba, które mogą zachować żywotność w glebie przez wiele lat (Kryczyński i Weber 2011). Głównym celem starannej uprawy jest takie przygotowanie gleby, które zapewni optymalne warunki do wschodów.

Właściwa dostępność licznych składników pokarmowych, powoduje zwiększoną odporność roślin na porażenie przez patogeny znajdujące się w glebie i powietrzu.

Wybór zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego daje pewność, że taki materiał jest wolny od zarodników i struktur różnych grzybów patogenicznych, np. *Fusarium, C. trifolii, B. cinerea* (Zgórkiewicz i Mackiewicz 1980; Häni i wsp. 1998; Kryczyński i Weber 2010).

Optymalny termin i głębokość siewu oraz obsada roślin mają ważny wpływ na stan zdrowotny plantacji seradeli. Zbyt głęboki siew i duże zagęszczenie roślin zwiększają podatność na porażenie przez organizmy chorobotwórcze. Szybkie wschody umożliwiają „uciekanie" wschodzących roślin przed porażeniem przez grzyby powodujące np. zgorzele siewek (Häni i wsp. 1998).

Terminowy zbiór w uprawie seradeli na nasiona może mieć wpływ na jakość zebranych nasion. Okres pomiędzy osiągniętą dojrzałością nasion i zbiorem powinien być w miarę krótki, aby zminimalizować straty wynikające z rozwoju chorób oraz możliwości zasiedlenia nasion przez grzyby. W przypadku plantacji z przeznaczeniem na paszę w momencie pojawienia się choroby wczesny zbiór plonu przerywa rozwój grzybów powodujących chorobę. W tabeli 7 zestawiono metody ograniczania występowania chorób powodowanych przez grzyby chorobotwórcze w uprawie seradeli.

Tabela 7. Najważniejsze metody ograniczania chorób seradeli

Choroba	Metody ograniczania
Antraknoza seradeli (Zgorzel pędów seradeli)	dokładny zbiór i uprawa gleby, dokładne niszczenie resztek pożniwnych, prawidłowe zmianowanie, zdrowy, kwalifikowany materiał nasienny, odpowiednie stanowisko, staranne przygotowanie gleby do siewu, optymalny termin siewu
Fuazarioza seradeli (Więdniecie fuzaryjne seradeli)	prawidłowe zmianowanie, dokładne niszczenie źródeł pierwotnej infekcji, unikanie gleb ciężkich, podmokłych, zaskorupiających się, stosowanie zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego, zrównoważone nawożenie
Mączniak rzekomy seradeli	dokładne niszczenie resztek pożniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego
Szara pleśń	niszczenie resztek pożniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, prawidłowe zmianowanie
Zgnilizna twardzikowa	staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, prawidłowe zmianowanie (unikanie w zmianowaniu roślin będących żywicielami *S. sclerotiorum*)
Zgorzel siewek	prawidłowe zmianowanie, zapewnienie optymalnych warunków do wschodów roślin, zdrowy materiał siewny, unikanie gleb ciężkich, podmokłych, zaskorupiających się

Źródło: Golenia i Romankow (1974); Kochman i Węgorek (1997); Korbas i wsp. (2016)

Metoda hodowlana

Efektywność zabiegów agrotechnicznych zależy w znacznej mierze od jakości materiału siewnego, jednego z podstawowych czynników produkcji. Dobry i zdrowy, czyli wolny od organizmów chorobotwórczych, kwalifikowany materiał siewny o wysokiej wartości użytkowej zapewnia od początku wegetacji prawidłowy wzrost i rozwój roślin oraz, w przypadku plantacji nasiennych, wysoki plon nasion.

W praktyce metoda hodowlana realizowana jest poprzez wybór odmian o możliwie największej odporności na porażenie przez sprawców chorób (Häni i wsp. 1998). Plantator, przewidując potencjalne zagrożenie na podstawie wiedzy o patogenach występujących w danym rejonie, może z dużym wyprzedzeniem zadziałać, wybierając odmianę o podwyższonej odporności na te organizmy. W ten sposób ogranicza się istotnie problemy związane z wystąpieniem chorób. Plantatorzy mają do dyspozycji w tej chwili jedną odmianę seradeli, która charakteryzuje się stosunkowo dobrą odpornością na infekcje powodowane przez patogeny. Więcej informacji na www.coboru.pl.

Metoda biologiczna

Ważną pozycję w integrowanej ochronie gorczycy zajmuje metoda biologiczna. Polega ona na zwalczaniu patogenów przy użyciu czynników biologicznych, a są to między innymi organizmy antagonistyczne, nadpasożytnicze lub środki pochodzenia naturalnego (Kryczyński i Weber 2010). Najczęściej, jako czynniki biologiczne stosuje się mikroorganizmy, które naturalnie występują na roślinach lub w ich otoczeniu, nie są dla nich patogeniczne i charakteryzują się stabilnością genetyczną, łatwością hodowli, trwałością oraz odpornością na różne warunki środowiska, działanie patogenów czy też chemicznych środków ochrony roślin (Sobiczewski 2009). Środków biologicznych, które mogłyby być użyte do zwalczania patogenów seradeli w praktyce nie ma. Jednak pośrednio metoda ta może być zastosowana przez wzbogacenie życia mikrobiologicznego przy pomocy nawożenia organicznego. W nawozach organicznych znajdują się liczne grzyby, bakterie i promieniowce. Wśród nich często są też organizmy mające zdolność niszczenia patogenów powodujących choroby. Takimi organizmami mogą być grzyby rodzaju *Trichoderma*, czy bakterie z rodzaju *Bacillus*.

5.3. Chemiczne metody ochrony

Podstawą integrowanej ochrony roślin jest stosowanie metod niechemicznych, a dopiero w sytuacji, gdy te metody okażą się niewystarczające, można przystąpić do wyboru środka grzybobójczego. W integrowanej ochronie przed sprawcami chorób, ważnym i skutecznym zabiegiem jest zaprawianie nasion, które chroni delikatne rośliny we wczesnych fazach wzrostu przed infekcjami ze strony organizmów chorobotwórczych (np. zgorzel siewek). W warunkach silnego wystąpienia chorób, które zagraża plonowaniu roślin, można rozważyć zastosowanie środków grzybobójczych również w okresie wegetacji. Obecnie nie ma zarejestrowanych w uprawie seradeli fungicydów, zarówno w formie zapraw, jak i oprysku. Szczegółowe i aktualne informacje na temat zarejestrowanych zapraw i fungicydów można uzyskać na stronie: http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin.

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Rośliny bobowate, w tym drobnonasienne, mogą być uszkadzane przez wiele gatunków szkodników. W przypadku seradeli rzadko jednak powodują one straty o znaczeniu ekonomicznym. Niemniej na plantacjach seradeli mogą pojawiać się szkodniki typowe dla upraw roślin bobowatych drobnonasiennych (tab. 8).

Tabela 8. Znaczenie szkodników seradeli

Szkodniki	Obecnie	Prognoza
Oprzędziki	+	++
Mszyce	+	++
Zmienik lucernowiec	+	++
Ozdobnik lucernowiec	+	++
Śmietka kiełkówka	+	++
Pachówka strąkóweczka	+	+
Miniarki	+	+
Rolnice	+	++
Drutowce	+	++
Pędraki	+	++
Nicienie	+	+
Ślimaki	+	+

(+) – szkodnik o znaczeniu lokalnym, (++) – szkodnik ważny

Oprzędziki: pręgowany (*Sitona lineatus* L.) (fot. 8), koniczynowy (*Sitona sulcifrons* Thunb.) (fot. 9), wilżynowy (*Sitona humeralis* Steph.) (fot. 10), szary (*Charagmus griseus* Fabr.) (fot. 11) oraz wielożerny (*Sitona crinitus* Herbst.). Są to chrząszcze z rodziny ryjkowcowatych, długości 4–8 mm. Pojawiają się jako jedne z pierwszych szkodników. Najgroźniejsze dla roślin bobowatych są uszkodzenia powodowane przez chrząszcze w okresie wiosny na młodych, wschodzących roślinach. Największe straty wyrządzają w fazie kiełkowania nasion i wschodów

do fazy 6 liści, szczególnie w warunkach suszy i niskiej temperatury. W liściach wygryzają charakterystyczne ząbki (tzw. żer zatokowy). Żerowanie obniża powierzchnię asymilacyjną roślin oraz zwiększa podatność roślin na porażenia chorobami (fot. 12). Rośliny starsze są zwykle mniej uszkadzane i bardziej odporne na żerowanie chrząszczy – potrafią rekompensować straty w miarę wzrostu. Dorosłe chrząszcze oprzędzików najintensywniej żerują we wczesnych godzinach porannych. Larwy uszkadzają korzenie włośnikowe i brodawki korzeniowe, w których żyją bakterie wiążące wolny azot z powietrza. Jedna larwa może zniszczyć kilka brodawek. Uszkodzone rośliny są zahamowane we wzroście, co w końcowej fazie powoduje wyraźne obniżenie plonu nasion. Straty w plonie powodowane przez oprzędziki zależą również od liczebności chrząszczy na plantacji oraz terminu ich pojawu.

Fot. 8. Oprzędzik pręgowany (fot. P. Strażyński)

Fot. 9. Oprzędzik koniczynowy (fot. P. Strażyński)

Fot. 10. Oprzędzik wilżynowy (fot. P. Strażyński)

Fot. 11. Oprzędzik szary (fot. P. Strażyński)

Fot. 12. Objawy żerowania oprzędzików (fot. P. Strażyński)

Mszyce: burakowa (*Aphis fabae* Scop.) (fot. 13), lucernowo-grochodrzewowa (*Aphis craccivora* Koch) (fot. 14) i grochowa (*Acyrthosiphon pisum* Harris) (fot. 15). Mszyce wysysają soki z tkanek, powodując zamieranie fragmentów, a nawet całych roślin. W miejscach żerowania i w wyniku osłabienia rośliny może dojść do wtórnego porażenia bakteryjnego lub grzybowego. Mszyce mogą również przenosić wirusy. Podobne spektrum szkodliwości charakteryzuje pojawiające się na uprawach seradeli **skoczki** (fot. 16).

Fot. 13. Mszyca burakowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 14. Mszyca lucernowo-grochodrzewowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 15. Mszyca grochowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 16. Skoczek (fot. P. Strażyński)

Wśród szkodników seradeli często występują **pluskwiaki różnoskrzydłe** wysysające soki z tkanek – lokalnie mogą dość licznie pojawić się **zmieniki** (fot. 17 i 18) oraz **ozdobnik lucernowiec** (fot. 19), żerujące głównie na liściach, pędach i kwiatach. Pluskwiaki (zarówno osobniki dorosłe, jak i larwy) bezpośrednio szkodzą roślinie wysysając soki, powodując deformacje i usychanie jej fragmentów, a w skrajnych przypadkach zamieranie całych roślin. Osłabione rośliny

Fot. 17. Zmienik lucernowiec (fot. P. Strażyński)

Fot. 18. Larwa zmienika (fot. P. Strażyński)

Fot. 19. Ozdobnik lucernowiec (fot. P. Strażyński)

są bardziej wrażliwe na niekorzystne warunki klimatyczno-glebowe, a w wyniku mechanicznych uszkodzeń tkanek – podatne na wtórne porażenia przez czynniki chorobotwórcze.

W przypadku **wciornastków** szkodliwe są zarówno osobniki dorosłe, jak i larwy wysysające soki z tkanek liści, pąków kwiatowych i strąków. W przypadku dużego nasilenia szkodnika na uszkodzonych liściach widoczne są małe, nekrotyczne plamki (na kwiatach białe, na młodych strąkach srebrzyste), w końcu organy te usychają i opadają, a strąki ulegają skarłowaceniu. Szkodliwość wciornastków jest tym większa, im młodsze są zaatakowane rośliny.

Pachówka strąkóweczka (*Laspeyresia nigricana* F.) (fot. 20) – szarobrunatny motyl z rodziny zwójkowatych, długości 6–8 mm. Wylot zaczyna pod koniec maja i może trwać nawet do lipca. Gąsienice są małe i bardzo ruchliwe, bez trudu odnajdują strąki i się w nie wgryzają, pozostawiając w miejscu żerowania charakterystyczną przędzę i trociny. Gdy pojawią się przed wytworzeniem strąków, mogą żerować na liściach i kwiatach. Po zakończeniu żerowania wyrośnięte gąsienice (fot. 21) opuszczają strąki i w glebie tworzą kokonik, w którym zimują. W ciągu roku rozwija się zwykle jedno pokolenie, jednak lokalnie mogą pojawić się larwy drugiego pokolenia, które nie zawsze kończą swój rozwój. Na dynamikę pojawu pachówki strąkóweczki duży wpływ mają warunki atmosferyczne, w szczególności temperatura i opady. Okresowi lotu dorosłych motyli i składania jaj sprzyjają wyższe temperatury i sucha, bezwietrzna pogoda. Z kolei w okresie zbioru nasion wilgotne warunki powodują zmiękczanie strąków i nasion, co ułatwia wgryzanie się gąsienic i dalszy rozwój.

Fot. 20. Motyl pachówki strąkóweczki (fot. T. Klejdysz)

Fot. 21. Gąsienica pachówki strąkóweczki (fot. P. Strażyński)

Fot. 22. Larwa śmietki kiełkówki (fot. T. Klejdysz)

Larwy **śmietki kiełkówki** z rodziny śmietkowatych atakują wschodzące rośliny (fot. 22). Na skutek uszkodzenia nasion, liścieni i stożków wzrostu wschodzące rośliny czernieją i zamierają, bądź nie kiełkują wcale. Składaniu jaj przez śmietkę sprzyjają uproszczenia w agrotechnice.

Lokalnie szkody mogą wyrządzać **nicienie** – groźne przede wszystkim na glebach próchniczych i wilgotnych. Zimują larwy inwazyjne w materiale roślinnym, dlatego ważne jest dokładne usuwanie resztek pożniwnych. Lokalnie straty mogą także powodować **miniarki** (fot. 23), których larwy żerując w liściach ograniczają ich powierzchnię asymilacyjną, oraz **ślimaki**.

Fot. 23. Objawy żerowania larwy miniarki (fot. P. Strażyński)

Od kilku lat obserwuje się wzrost zagrożenia ze strony **szkodników glebowych**, głównie **rolnic** (fot. 24), **drutowców** (fot. 25) i **pędraków** (fot. 26). Przy silnym opanowaniu upraw przez szkodniki glebowe obserwuje się powstawanie tzw. łysin w zasiewach. Szczególnego znaczenia nabierają rolnice, którym sprzyjają uproszczenia agrotechniczne, monokultury i bliskie sąsiedztwa roślin strączkowych, pozostawianie resztek pożniwnych, brak lub późna orka zimowa oraz ocieplanie się klimatu. Uszkodzenia przez szkodniki glebowe mogą być źródłem wtórnych porażeń grzybowych lub bakteryjnych.

Wzrost areału upraw bobowatych, zmiany w technologii produkcji, powszechne stosowanie herbicydów, fungicydów, nawożenia dolistnego, ograniczanie płodozmianu przy jednocześnie postępującym ociepleniu klimatu, stwarzają warunki do zmian w rozwoju szkodników, a także do pojawienia się masowo gatunków niemających dotychczas znaczenia w ochronie roślin.

Następstwem żerowania szkodników jest nie tylko redukcja zielonej masy. Wiele z nich to owady żerujące w strąkach, przez co obniża się zdolność kiełkowania nasion oraz ich wartość handlowa. Z uwagi na brak aktualnie zarejestrowanych

Fot. 24. Gąsienica rolnicy (fot. P. Strażyński)

Fot. 25. Drutowce (fot. P. Strażyński)

Fot. 26. Pędraki (fot. P. Strażyński)

insektycydów, prawidłowa integrowana ochrona seradeli powinna bazować na metodach prewencyjnych, a więc agrotechnicznych i hodowlanych.

Integrowana ochrona roślin skupia się na działaniach prewencyjnych, dopuszczając działania interwencyjne w ostateczności. W myśl tego założenia konieczna jest ciągła, systematyczna obserwacja roślin pod kątem pojawiania się szkodników. Najbardziej efektywna jest bezpośrednia lustracja roślin w poszukiwaniu uszkodzeń, czy zasiedlenia przez szkodliwe owady. Pomocne mogą okazać się metody uzupełniające, jak np. żółte naczynia lub tablice lepowe w przypadku mszyc. Ważna jest również umiejętność rozpoznawania gatunku szkodnika oraz znajomość jego biologii (terminu pojawu na plantacji – rys. 1).

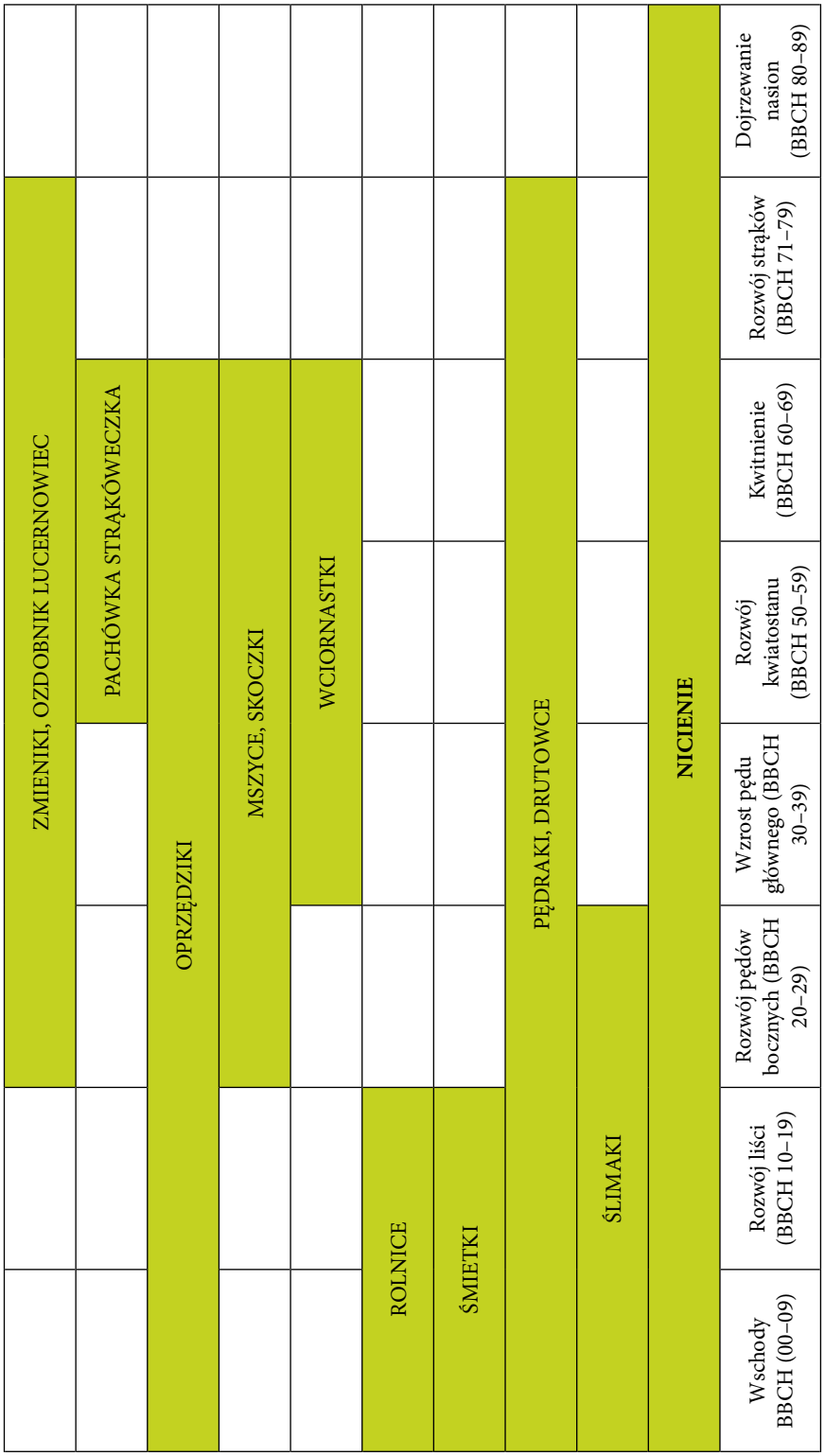
6.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona ochrona seradeli powinna zakładać szerokie spektrum **metod agrotechnicznych.** Coraz powszechniej stosowane uproszczenia w uprawie roli, w powiązaniu ze zmianami klimatycznymi, stwarzają sprzyjające warunki dla rozwoju szkodników. Właściwe przestrzeganie podstawowych zaleceń agrotechnicznych jest kluczowym elementem programu ochrony seradeli siewnej przed szkodnikami (tab. 9).

Tabela 9. Agrotechniczne metody ochrony seradeli przed szkodnikami

Szkodnik	Metody ochrony
Oprzędziki	płodozmian, podorywka, zaprawianie nasion, możliwie wczesny siew, izolacja przestrzenna od wieloletnich bobowatych
Mszyce	zaprawianie nasion, wczesny siew, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna od innych strączkowych
Pachówka strąkóweczka	płodozmian, podorywka, talerzowanie, wczesny siew, możliwie szybki zbiór, głęboka orka jesienna
Drutowce Pędraki Rolnice	płodozmian, podorywka, talerzowanie, zwalczanie chwastów, zaprawianie nasion, głęboka orka jesienna
Zmienik lucernowiec Ozdobnik lucernowiec	izolacja przestrzenna od innych bobowatych, ograniczanie zachwaszczenia, uprawa pożniwna
Śmietki	płodozmian, wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, dokładne przyorywanie obornika
Ślimaki	podorywka, talerzowanie, wapnowanie gleby, zwalczanie chwastów, wczesny siew, izolacja przestrzenna od roślin zbożowych i kapustnych, wykaszanie traw na miedzach, usuwanie resztek roślinnych po zbiorach
Nicienie	usuwanie resztek roślinnych po zbiorach, głęboka orka jesienna

Rys. 1. Terminy występowania i ograniczania szkodników na plantacjach seradeli



Przygotowanie miejsca pod uprawę, ewentualne uzupełnienie składników mineralnych oraz dalsze zbilansowane nawożenie poprawia kondycję roślin. Ma to szczególne znaczenie w początkowej fazie wzrostu roślin, gdy są wyjątkowo wrażliwe na atak ze strony poszczególnych gatunków agrofagów. Dodatkowo szybszy wzrost pozwala zagłuszyć chwasty, które mogą stanowić bazę pokarmową dla niektórych szkodników.

W przypadku seradeli, jak i innych roślin bobowatych, bardzo duże znaczenie ma stosowanie prawidłowego płodozmianu. Wiele szkodników zimuje w wierzchniej warstwie gleby lub pozostawionych resztkach roślinnych. W przypadku monokultur, szkodniki po przezimowaniu mają ułatwiony dostęp do bazy pokarmowej. Prawidłowo ułożony płodozmian powinien uwzględniać rośliny zbożowe, okopowe i pastewne. Z tego samego względu zaleca się stosowanie izolacji przestrzennej od innych roślin bobowatych oraz innych roślin żywicielskich poszczególnych szkodników, np. buraków w przypadku mszycy burakowej. Izolacja pozwala także wydłużyć przelot niektórych szkodników.

Odpowiednie kroki ograniczające potencjalne szkody wyrządzone przez poszczególne gatunki agrofagów można podjąć już na etapie wysiewania nasion. Szybsza początkowa wegetacja roślin pozwala wyprzedzić okres największego zagrożenia ze strony wszystkich szkodników. Warunki wzrostu roślin są także uwarunkowane obsadą. Zbyt gęsty siew ułatwia szkodnikom opanowywanie nowych roślin, natomiast siew zbyt rzadki sprzyja zachwaszczeniu. Chwasty oprócz konkurencji o wodę, światło i składniki pokarmowe są także bazą pokarmową dla niektórych szkodników, np. mszyc (fot. 27). Bardzo ważny jest także termin zbioru plonu – zbyt późny stwarza ryzyko powstawania większych strat, szczególnie jakościowych, przez owady mogące uszkadzać strąki.

Po zbiorach ważną rzeczą jest wykonanie zespołu uprawek pożniwnych, mających na celu dokładne rozdrobnienie pozostałości roślinnych (miejsc zimowania niektórych szkodników), ograniczenie nasion chwastów, w tym wieloletnich. Uprawę pożniwną powinna kończyć głęboka orka przedzimowa, która ma zadanie fitosanitarne. Gruba warstwa gleby przykrywa zimujące stadia szkodników, nasiona chwastów i zarodniki grzybów. Wydobywa także na powierzchnię te znajdujące się głębiej, przez co zwiększa się prawdopodobieństwo ich zniszczenia przez zimowe warunki pogodowe. Przy okazji mechanicznie niszczone są szkodniki glebowe (Strażyński i wsp. 2016, 2017).

Metody hodowlane ukierunkowane są na ograniczenie strat powodowanych przez szkodniki przez zwiększanie odporności i dobór mniej podatnych odmian.

Metoda biologiczna oparta jest na zastosowaniu w ochronie środków biologicznych i biotechnicznych oraz wykorzystaniu oporu środowiska (organizmów pożytecznych – np. biedronkowatych, złotooków, bzygowatych, pająków,

Fot. 27. Liczna kolonia mszycy burakowej na szczawiu (fot. P. Strażyński)

gąsieniczników i innych parazytoidów) w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Jednym z aspektów ochrony biologicznej są działania w kierunku zachowania lub tworzenia bioróżnorodności w agrocenozie (Pruszyński 2016; Hołubowicz-Kliza i wsp. 2018) (więcej informacji w rozdziale IX).

6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Podstawowym elementem prawidłowo wyznaczonego terminu zwalczania jest monitoring nalotów oraz liczebności szkodników. Monitoring prowadzi się przede wszystkim w oparciu o lustracje wzrokowe, czy w przypadku szkodników glebowych – przesiewanie gleby. Przydatne są również inne metody, takie jak czerpakowanie czy tablice lepowe. Podstawową metodą lustracji plantacji jest lustracja wzrokowa (obchód pieszo). W zależności od kształtu pola, powinna obejmować brzeg oraz dwie przekątne plantacji. W zależności od gatunku agrofaga, należy sprawdzić średnią liczbę szkodników na 1 m^2 lub na 100 losowo wybranych roślinach. Obserwacje takie należy przeprowadzić w kilku miejscach plantacji. Pomocną metodą może być czerpakowanie. To łatwy i szybki sposób wstępnej oceny składu gatunkowego oraz liczebności owadów, znajdujących się na danej plantacji. Ten sposób monitoringu, przy prawidłowym zastosowaniu, pozwala w stosunkowo krótkim czasie uzyskać wstępne informacje nie tylko o szkodnikach, ale również o innych owadach, w tym pożytecznych znajdujących się na plantacji. Należy jednak pamiętać, iż metoda ta nie jest precyzyjna i w razie wykrytego zagrożenia powinno się przeprowadzić bardziej szczegółowe lustracje plantacji. Dla potrzeb wstępnej lustracji należy wykonać 25 uderzeń czerpakiem entomologicznym od brzegu plantacji wchodząc w jej głąb. Czerpakowanie należy zawsze przeprowadzić w miejscu najbardziej narażonym na naloty szkodników, na przykład od strony ubiegłorocznej lokalizacji danej uprawy. Obserwacje nad występowaniem szkodników glebowych polegają na przesianiu gleby z kilku miejsc z wykopanych dołków o wymiarach 25 × 25 cm oraz głębokości 30 cm.

Monitoring należy prowadzić zarówno w celu określenia momentu nalotu i liczebności owadów szkodliwych na plantację, jak również po zabiegu w celu sprawdzenia skuteczności zwalczania. W przypadku niezadowalającej skuteczności, wystąpienia odporności lub przedłużających się nalotów owadów szkodliwych takie postępowanie daje możliwość szybkiej reakcji i w miarę potrzeby powtórzenia zabiegu. Ze względu na wiele czynników determinujących występowanie szkodników monitoring należy prowadzić na każdej plantacji. Prowadzenie prawidłowych lustracji wymaga wiedzy na temat morfologii i biologii szkodników. Niezależnie od stosowanej metody monitoringu wyniki obserwacji powinny być zapisywane (Tratwal i wsp. 2018).

Progi ekonomicznej szkodliwości powinny stanowić fundamentalną podstawę racjonalnej ochrony. Zgodnie z dyrektywą 128/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy ustanawiającą wytyczne wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, Państwa Członkowskie Unii Europejskiej, a więc i Polska, były zobowiązane do opracowania, do dnia 1 stycznia 2014 roku, krajowej strategii upowszechniania i wdrożenia ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin wśród wszystkich użytkowników środków ochrony

roślin. Ustalenie progów szkodliwości dla danego szkodnika na danej uprawie wymaga bardzo wielu obserwacji i kilkuletnich doświadczeń. W przypadku seradeli szczegółowe progi szkodliwości dla poszczególnych gatunków agrofagów nie są, na chwilę obecną, opracowane. Działania ochronne należy podjąć w momencie pojawienia się szkodnika. Zasady i terminy obserwacji szkodników przedstawia tabela 10.

Tabela 10. Zasady prowadzenia obserwacji szkodników w uprawach seradeli

Szkodnik	Zasada obserwacji	Termin obserwacji (faza rozwojowa w skali BBCH)
Oprzędziki	lustracja upraw pod kątem uszkodzeń – żer zatokowy	wschody i rozwój liści (BBCH 10–19)
Mszyce	obecność kolonii mszyc na wszystkich organach wegetatywnych	wzrost i kwitnienie (BBCH 30–69)
Pachówka strąkóweczka	obserwacja pojawu gąsienic i powodowanych przez nie uszkodzeń; pułapki feromonowe	rozwój kwiatostanu i kwitnienie (BBCH 51–65)
Szkodniki glebowe	lustracja upraw pod kątem uszkodzeń korzeni, zarodków, liścieni (charakterystyczne łysiny w zasiewach)	wschody i rozwój liści (BBCH 09–15)
Zmienik lucernowiec Ozdobnik lucernowiec	lustracja upraw pod kątem występowania imago i larw oraz uszkodzeń liści, kwiatów i strąków	rozwój pędu do dojrzewania strąków (BBCH 21–75)

Stały monitoring jest niezbędny przy ustalaniu optymalnego terminu zabiegu z uwagi na ciągłe działanie wielu czynników środowiskowych i tylko obserwacje bezpośrednie pozwalają ocenić rzeczywiste zagrożenie ze strony szkodników (Pruszyński i Wolny 2009). Zagrożenie może być zmienne, w zależności od warunków klimatycznych, ukształtowania terenu, fazy rozwojowej rośliny, liczebności wrogów naturalnych czy nawet poziomu nawożenia.

Integrowane programy ochrony roślin wymagają od rolnika sporej wiedzy i doświadczenia, począwszy od identyfikacji szkodnika, przez elementy rozwoju i miejsc bytowania do sposobów jego ograniczania i likwidacji. Informacje o biologii szkodnika, dane z poprzednich lat o jego występowaniu w danym rejonie w powiązaniu z wiedzą o sposobach ograniczania strat mogą pomóc w podjęciu decyzji o zabiegu. Korzyści z wiedzy na temat nowoczesnych metod ochrony

roślin mają wymiar nie tylko ekonomiczny. Brak konieczności stosowania chemii to także zdrowsze środowisko.

6.4. Systemy wspomagania decyzji

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

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

Więcej informacji na:
www.ior.poznan.pl, www.iung.pulawy.pl, www.ihar.edu.pl, www.imgw.pl, www.minrol.gov.pl, www.cdr.gov.pl, www.piorin.gov.pl

6.5. Chemiczne metody ochrony

Decydując się na zastosowanie danego środka ochrony roślin należy przeanalizować liczbę i rodzaj zabiegów wykonanych w latach wcześniejszych. Ma to szczególne znaczenie w aspekcie uodporniania się owadów na substancje z różnych grup chemicznych zawartych w insektycydach. Z uwagi na występowanie szkodników zwykle w dużej liczebności, istnieje ryzyko uodpornienia się części lub całej populacji na daną substancję aktywną. Dlatego stosowanie przemienne środków z różnych grup chemicznych skutecznie ogranicza wyselekcjonowanie populacji odpornej. Dla sporej grupy szkodników nie opracowano jeszcze metod alternatywnych. Zabiegi ochrony roślin powinny bazować na aktualnych zaleceniach opracowanych przez pracowników IOR – PIB w Poznaniu (Zalecenia 2017/18). Stosując chemiczne środki ochrony roślin należy postępować zgodnie

z instrukcją stosowania zawartą na etykiecie, w sposób niezagrażający użytkownikowi i środowisku (także wodnemu) oraz mając na uwadze zakres temperatur optymalny dla działania danego środka.

Nie wolno stosować dawek wyższych niż zalecane i na uprawach innych niż wymienione w etykiecie-instrukcji stosowania. Dawkę niższą można zastosować tylko na własną odpowiedzialność, pamiętając równocześnie o tym, że producent w takim przypadku nie ponosi odpowiedzialności za brak skuteczności zabiegu. Stosowanie niższych dawek może także przyspieszać proces wytwarzania przez agrofagi ras odpornych. Należy także przygotowywać taką ilość cieczy użytkowej, która jest konieczna i wystarczająca do zwalczenia danego gatunku agrofaga na określonej powierzchni uprawy i danym sprzętem – ważne jest, by cała ilość cieczy została zużyta podczas zabiegu.

Zmniejszenie liczby zabiegów oraz ich częstotliwości można ograniczyć poprzez łączne stosowanie różnych środków ochrony roślin i nawozów płynnych. Należy jednak pamiętać, że niektóre właściwości poszczególnych substancji mogą okazać się po zmieszaniu silniejsze. Dlatego przed podjęciem decyzji należy koniecznie uzyskać informacje potwierdzające taką możliwość w praktyce. Bardziej szczegółowe dane można znaleźć w etykiecie-instrukcji stosowania, u producenta lub w odpowiedniej instytucji naukowo-badawczej.

Naturalni wrogowie (drapieżcy i pasożyty) nie są w stanie w sposób ciągły redukować liczebności populacji szkodników do poziomu poniżej progów ekonomicznej szkodliwości. Jednak integrowana ochrona zakłada prowadzenie ochrony racjonalnej, tzn. w sposób maksymalnie wykorzystujący pożyteczną działalność pożytecznej entomofauny:

- odstępowanie od zabiegów gdy szkodnik nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych (można uwzględnić ograniczenie zabiegu do brzegów plantacji);
- stosowanie selektywnych środków ochrony roślin i w odpowiednim terminie (lub mieszanin, w tym z nawozami);
- miedze, zarośla śródpolne są siedliskiem wielu gatunków pożytecznych owadów, a także gryzoni i ptaków.

W uprawach seradeli, z uwagi na najliczniej występujące gatunki szkodników, pojawiać się mogą następujące czynniki biologiczne: wirusy, bakterie i grzyby owadobójcze, biedronki, złotooki, bzygowate, muchówki z rodzaju *Aphidoletes*, gąsieniczniki, pająki, gryzonie i ptaki zjadające chrząszcze (i ich larwy) oraz gąsienice (więcej informacji w rozdz. IX).

Aktualnie brak zalecanych insektycydów w uprawie seradeli.

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin

Uodparnianie się chwastów na herbicydy to naturalne zjawisko dziedziczenia zdolności przeżywania zabiegów herbicydowych. Oznacza to, że w populacji chwastów stopniowo wzrasta liczba osobników odpornych, które początkowo nie wykazywały cech odporności na środki ochrony roślin. O pełnej odporności na herbicydy mówi się wówczas, gdy chwast jest zdolny do przetrwania i wydania plennych nasion. We współczesnym rolnictwie odporność chwastów na herbicydy jest przyczyną strat zarówno ekonomicznych, jak i ekologicznych. **Uodparnianie się chwastów na herbicydy, to nie to samo, co naturalna odporność niektórych gatunków na określony herbicyd. Zjawisko uodparniania się chwastów zawsze dotyczy herbicydu, który powinien zwalczyć dany gatunek chwastu.** W praktyce rolniczej jednym z przejawów odporności jest spadek skuteczności zabiegów herbicydowych. Jednak nie każdy przypadek braku skuteczności zabiegu chemicznego to odporność, bowiem nieskuteczność działania herbicydu może bowiem wynikać także z innych przyczyn, np. z wykonania zabiegu w niesprzyjających warunkach atmosferycznych, niewłaściwego doboru techniki opryskiwania, niedostosowania terminu zabiegu do odpowiedniej fazy rozwojowej chwastów i wielu innych.

O dużym ryzyku pojawienia się chwastów odpornych na plantacji mówi się wówczas, gdy:

1. Mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji.
2. Miejscem występowania skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz rożne miejsca na plantacji.
3. Pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone.
4. Z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku (gatunków).
5. Na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania.
6. Na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd lub tę samą grupę chemiczną.

Ważnym i efektywnym działaniem w walce z groźnymi i silnie rozprzestrzeniającymi się gatunkami chwastów są integrowane systemy ochrony z uwzględnieniem właściwej agrotechniki, płodozmianu i ochrony nie chemicznej (zabiegi mechaniczne), w których liczba zabiegów herbicydowych jest zredukowana do uzasadnionego ekonomicznie minimum. Pola, na których nie stosuje się prawidłowego płodozmianu lub znacznie się go ogranicza na rzecz np. dużego udziału zbóż ozimych lub wprowadza się uproszczenia zabiegowe (np. brak orki głębokiej) są szczególnie narażone na wyselekcjonowanie osobników odpornych na herbicydy. Elementem skutecznie ograniczającym ryzyko powstania odpornych chwastów jest więc tradycyjny płodozmian, w którym zboża stanowią maks. 50 proc. uprawianych roślin w cyklu rotacji. Wysiew różnych upraw narzuca konieczność rotacji stosowanych herbicydów, ale także zakłóca cykl rozwojowy wielu gatunków chwastów. Następuje znaczna zmiana ilościowo-jakościowa w kiełkowaniu chwastów z uwagi na odmienny sposób przygotowania gleby w różnym okresie agrotechnicznym (różny czas wysiewu roślin uprawnych). Orka siewna i uprawki mechaniczne po wschodach w skuteczny sposób eliminują kiełkujące chwasty. Niemałe znaczenie ma także stosowane kwalifikowanego i pozbawionego nasion chwastów materiału siewnego.

Duży wpływ na powstawanie odporności mają właściwości biologiczne poszczególnych gatunków chwastów. Gatunki wydające dużą liczbę nasion z jednej rośliny, dające kilka pokoleń w ciągu roku, o nasionach łatwo rozprzestrzeniających się na duże odległości, a także obcopylne wykazują dużą zmienność genetyczną, dzięki czemu w populacji występuje wiele biotypów. U tych gatunków odporność na herbicydy pojawia się znacznie szybciej, w porównaniu z gatunkami o mniejszym zróżnicowaniu biologicznym i genetycznym. Obecnie w Polsce gatunkami, u których najszybciej rozwija się odporność są gatunki jednoliścienne: miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*), w mniejszym stopniu owies głuchy (*Avena fatua*), stokłosy (*Bromus* spp.), a z gatunków dwuliściennych: chaber bławatek (*Centaura cyanus*). Należy jednak zaznaczyć, że odporność może dotyczyć każdego gatunku chwastu. Szybkość selekcji biotypów odpornych na herbicydy uzależniona jest także od mechanizmu działania herbicydów. Odporność chwastów najszybciej pojawiła się po wprowadzeniu do rolnictwa herbicydów sulfonylomocznikowych, które działają jako inhibitory syntetazy acetylomleczanowej (ALS). Środki te charakteryzują się dużą aktywnością biologiczną w bardzo małych dawkach i ze względu na stosunkowo niski koszt są przez wielu rolników chętnie stosowane. Decydując się na chemiczną metodę odchwaszczania, należy stosować herbicydy z różnych grup chemicznych i o różnym mechanizmie działania (nie wystarczy stosowanie innej substancji z tej samej grupy chemicznej). Przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel

klasyfikujących herbicydy według mechanizmu działania np. opracowanych wg HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Wprowadzenie rotacji herbicydów (o różnym mechanizmie działania) nie tylko znacznie opóźni pojawianie się odporności na polu, ale także pomoże w doborze odpowiedniego herbicydu do zwalczania osobników, które odporność na herbicydy już nabyły. Każdy producent roślinny i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg HRAC i zgodnie z poniższą tabelą dokonywać rotacji herbicydów. W praktyce bardzo rzadko spotyka się odporność na jedną substancję czynną (odporność prosta), częściej występuje odporność krzyżowa na co najmniej dwie substancje z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania. Możliwa, ale znacznie rzadsza jest odporność wielokrotna dotycząca dwóch lub więcej substancji o różnych mechanizmach działania. Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania herbicydów znacznie przyczynia się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększa prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 11 przygotowana na podstawie opracowania HRAC, została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w Polsce (stan na kwiecień 2017 r.). Poszczególne mechanizmy działania herbicydów oraz ewentualne podklasy (np. C1, C2, C3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 11. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory karboksylazy acetylo CoA (graminicydy)	A	arylofenoksypropionaty (FOPs)	chizolafop-P fenoksaprop-P fluazyfop-P propachizafop haloksyfop-R diklofop metylu
		cykloheksanediony (DIMs)	cykloksydym kletodym tralkoksydym setoksydym
		fenylopirazoliny	pinoksaden

Tabela 11. Cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	sulfonylomoczniki	amidosulfuron chlorosulfuron flazasulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron metyl foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron
		imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam
		sulfonyloamino-karbonylotriazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfiynogenowej (PPO)	E	dwufenyloetery	bifenoks oksyflurofen
		fenylopyrazole	pyraflufen etylu
		triazolinony	karfentrazon

Tabela 11. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory syntezy barwników	F1	pirydynokarboksamidy	diflufenikan
		inne	flurochloridon
	F2	trójketony	mezotrion sulkotrion tembotrion
		izoksazole	izoksaflutol
	F3	izoksazolidinony	chlomazon
Inhibitory enzymu syntazy EPSP	G	aminofosfoniany	glifosat
Inhibitory enzymu syntetazy glutaminowej	H	aminofosfoniany	glufosynat amonowy
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	dwunitroaniliny	pendimetalina
		benzamidy	propyzamid
	K2	karbaminiany	chlorprofam
	K3	chloroacetamidy	acetochlor dimetachlor matazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N		prosulfokarb etofumesat
Syntetyczne auksyny	O	kwasy fenoksykarboksylowe, pochodne kwasu pyridinokarboksylowego, pochodne kwasu benzoesowego	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z		chinochlamina siarczan żelaza

7.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

Odporność grzybów na fungicydy ma miejsce wtedy, gdy dotychczas stosowana substancja czynna (s.cz.) zawarta w środku staje się mniej skuteczna lub całkowicie nie zwalcza określonego gatunku grzyba. Z jednej strony zjawisko to związane jest z naturalną zmiennością organizmów, powstającą w wyniku rozmnażania płciowego, mutacji itp. z drugiej strony wynika z presji selekcyjnej, której przyczyną jest częste stosowanie danej substancji czynnej (Kryczyński i Weber 2010).

Powtarzająca się uprawa na danym stanowisku tego samego gatunku, zwłaszcza w monokulturze, stwarza odpowiednie warunki do epidemicznego rozwoju sprawców chorób. W konsekwencji pojawia się konieczność ich intensywnego zwalczania. W czasie, gdy częste stosowanie s.cz. prowadzi do niedostatecznego zwalczania grzyba chorobotwórczego, może oznaczać, że mamy do czynienia ze zjawiskiem uodparniania. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim s.cz. fungicydów, działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie jest uwarunkowane tylko jednym genem. Wówczas zmiana w obrębie tego genu jest bardzo łatwa i może doprowadzić do powstania formy odpornej grzyba na s.cz. Takim selektywnym mechanizmem działania charakteryzują się, powszechnie stosowne na plantacjach substancje z grup chemicznych, jak np. benzimidazole, imidazole, czy o średniej selektywności, np. triazole czy strobiluryny.

W wyniku presji selektywnej przez stosowane fungicydy, wrażliwe populacje grzyba, które wcześniej istniały w środowisku oraz powstałe, w wyniku zmienności lub mutacji, są eliminowane, a formy odporne rozwijają i rozmnażają się (Delp i Dekker 1985). Po pewnym czasie ta druga część populacji staje się dominująca. Często też może występować odporność krzyżowa. Polega ona na tym, że forma grzyba odporna na jeden fungicyd, jest odporna również na inne s.cz. o tym samym mechanizmie działania. Jednocześnie coraz częściej występuje zjawisko wielokrotnego oporu, polegające na wykształceniu przez niektóre szczepy grzybów odporności na dwie lub więcej substancji czynnych, należących do grup fungicydów o różnych mechanizmach działania na komórki grzyba (Węgorek i wsp. 2013). W konsekwencji działanie grzybobójcze takich fungicydów, zastosowanych w zalecanej dawce, słabnie lub całkowicie zanika.

Występowanie form grzybów odpornych na s.cz. zależy m.in. od biologii i warunków rozwoju grzybów oraz od intensywności ochrony roślin. Większe ryzyko powstawania odporności występuje u patogenów o krótkim cyklu rozwojowym, obfitym zarodnikowaniu, bezbarwnych zarodnikach oraz szybkim i dalekim rozprzestrzenianiu zarodników (Węgorek i wsp. 2013).

Substancje nieselektywnie działające wielostronnie, zaburzają w komórkach grzybów jednocześnie wiele procesów, np. zakłócają procesy energetyczne

regulowane wieloma genami. W tym przypadku ryzyko uodparniania się grzybów jest bardzo małe (Weber i Kryczyński 2010). Właściwości tych substancji są wykorzystywane miedzy innymi w realizowaniu strategii antyodpornościowej, czy do zwalczania odpornych form patogenów.

Jeżeli przeciwko sprawcom chorób wykorzystywane będą substancje czynne należące np. do grupy chemicznej triazoli, czy benzimidazoli, istnieje realne niebezpieczeństwo powstania odporności. Jest to bardzo prawdopodobne zwłaszcza, gdy zarejestrowana do stosowania w uprawie seradeli będzie początkowo jedna lub dwie s.cz. i jeśli zwalczany organizm chorobotwórczy np. grzyb patogeniczny, będzie takiemu zjawisku podlegał. Ryzyko powstania form odpornych grzybów, zależne jest nie tylko od grupy chemicznej i substancji czynnej, która jest stosowana, ale również od gatunku zwalczanego grzyba. Stosunkowo często identyfikuje się szczepy grzybów, np. *Botrytis cinerea, Sclerotina sclerotiorum,* odporne na s.cz. fungicydów w uprawach różnych roślin. Na przykład, gdy do zwalczania *B. cinerea,* sprawcy szarej pleśni seradeli, używana będzie, w przypadku zarejestrowania, s.cz. z grupy chemicznej benzimidazole, to ryzyko, że ten gatunek grzyba się może uodpornić na te substancje jest wysokie. Natomiast przy ewentualnym stosowaniu s.cz. z grupy dikarboksyamidów będzie niższe, ale nie oznacza to, że nie wystąpi po pewnym, dłuższym czasie jej stosowania.

Jeżeli pojawi się konieczność oraz możliwość zwalczania sprawców chorób w uprawie seradeli, aby skuteczność działania zastosowanych s.cz. nie uległa obniżeniu, należy przestrzegać kilku ważnych zasad. Do najważniejszych reguł przeciwdziałania wystąpieniu odporności grzybów należą:

- stosowanie jeden raz w sezonie wegetacyjnym określonej s.cz., zwłaszcza selektywnej;
- przemienne stosowanie fungicydów z s.cz. należącymi do różnych grup chemicznych, najlepiej wieloskładnikowych, wśród których są s.cz. o działaniu nieselektywnym;
- wykonanie zabiegu w optymalnym terminie, najlepiej poprzedzającym pojawienie się widocznych objawów obecności grzyba chorobotwórczego;
- stosowanie środka w zalecanej dawce podanej na etykiecie środka;
- stałe monitorowanie poziomu wrażliwości zwalczanego grzyba;
- gdy zarejestrowany jest w grupie jeden fungicyd, to gdy zauważy się obniżoną skuteczność działania w walce z danym grzybem, należy zrezygnować ze stosowania takiego środka z tą konkretną s.cz., aż do momentu, gdy stwierdzi się, że patogen ponownie jest wrażliwy na określoną s.cz.;
- gdy tylko jest to możliwe stosowanie metod niechemicznych (metoda biologiczna, metoda hodowlana, metoda agrotechniczna), ponieważ w ten sposób ogranicza się stosowanie środków chemicznych, a to zmniejsza ryzyko powstawania odporności.

Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania fungicydów znacznie przyczyni się do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych. Tabela 12 przygotowana na podstawie opracowania FRAC, została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w Polsce (stan na lipiec 2017 r.). Poszczególne mechanizmy działania fungicydów oraz ewentualne podklasy (np. A1, A2, A3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 12. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Zakłócenie syntezy kwasów nukleinowych	A1	fenyloamidy	benalaksyl, benalaksyl-M, metalaksyl, metalaksyl-M
	A2	pirymidyny	bupirymat
	A3	izoksazole	hymeksazol
Blokowanie procesów podziału komórek	B1	benzimidiazole	tiofanat metylowy
	B3	benzamidy	zoksamid
	B4	pochodne fenylomocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid
Zakłócenie procesów oddychania	C2	fenylobenzamidy	flutolanil
	C2	pirydynyloetylobenzamidy	fluopyram
	C2	karboksyamidy	biksafen, boksalid, fluksapyroksad, izopirazam, karboksyna, penflufen, pentiopyrad, sedeksan, boskalid

Tabela 12. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Zakłócenie procesów oddychania	C3	strobiluryny	azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, krezoksym metylowy, pikoksystrobina, piraklostrobina, trifloksystrobina
	C3	oksazolidyny	famoksat
	C3	imidazoliny	fenamidon
	C4	cyjanoimidiazole	cyjazofamid
	C5	pochodne aniliny	fluazynam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	pochodne pirymidy-noamin	ametoktradyna
Hamowanie biosyntezy aminokwasów i białek	D1	anilinopirymidyny	cyprodynil, mepanipirym. pirimetanil
Zakłócanie przekazywania sygnałów osmotycznych	E1	fenoksychinony	chinoksyfen
	E1	chinazoliny	proquinazid
	E2	fenylopirole	fludioksonil
	E3	dikarboksymidy	iprodion
Zakłócanie syntezy lipidów	F4	karbaminiany	propamokarb
Hamowaniebio-syntezyergosterolu	G1	imidazole	imazalil, prochloraz

Tabela 12. Cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Hamowaniebio-syntezyergosterolu	G1	triazole	bromukonazol, cyprokonazol, difenokonazol, epoksykonazol, flutriafol, fenbukonazol, ipkonazol, metkonazol, myklobutanil, penkonazol, propikonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol, triadimenol, tritikonazol
	G2	ketoaminy	spiroksamina
	G2	morfoliny	fenpropidyna, fenpropimorf
	G3	hydroksyanilidy	fenheksamid
	G3	pirazole	fenpyrazamina
Blokowanie syntezy celulozy w ścianach komórkowych	H5	amidy	mandipropamid
	H5	karbaminiany	bentiowalikarb, welifanalat
	H5	pochodne kwasu cynamonowego	dimetomorf
Mechanizm działania nie jest w pełni poznany	U	iminoacetylo-moczniki	cymoksanil
	U	fosfoniany	fosetyl-Al, fosfonian dipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonu difenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna

Tabela 12. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Mechanizm działania jest wielokierunkowy	M1	związki miedziowe	tlenochlorek miedziowy, tlenek miedzi, trójzasadowy siarczan miedzi, wodorotlenek miedziowy
	M2	związki siarkowe	siarka
	M3	ditiokarbaminiany	mankozeb, metiram, propineb, tiuram
	M4	ftalamidy	folpet, kaptan
	M5	chloronitryle	chlorotalonil
	M9	antrachinony	ditianon

7.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Zjawisko odporności agrofagów na środki ochrony roślin stale przybiera na sile i ze względu na ciągły nacisk selekcyjny będzie towarzyszyło rolnictwu i ochronie roślin w przyszłości. Opiera się ono na wykształconych ewolucyjnie mechanizmach, które są regulowane genetycznie i dotyczą wszystkich organizmów żywych. W ochronie roślin mówimy o odporności wówczas, kiedy dana substancja czynna, początkowo skuteczna w zwalczaniu konkretnego gatunku agrofaga z upływem czasu traci tę zdolność, co przejawia się narastaniem przeżywalności coraz większej ilości osobników w kolejnych pokoleniach zwalczanej populacji. Im większe zróżnicowanie genetyczne zwalczanego gatunku, tym większe prawdopodobieństwo szybkiego wyselekcjonowania się osobników odpornych. Duże znaczenie mają również inne cechy gatunkowe, takie jak płodność, ilość pokoleń w sezonie wegetacyjnym, zdolność do migracji i rozprzestrzeniania się w środowisku, przeżywalność i inne. Szybkość wykształcania się odporności zależy również od właściwości fizykochemicznych substancji czynnych oraz mechanizmu lub mechanizmów ich działania (Malinowski 2003).

Strategie przeciwdziałania odporności agrofagów w seradeli na środki ochrony roślin są podobne w odniesieniu do wszystkich gatunków organizmów (Węgorek i wsp. 2015):

1. Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, stosować metody agronomiczne i biologiczne, ograniczając użycie środków chemicznych do bezwzględnego minimum.
2. Podstawowym działaniem zapobiegającym zjawisku odporności jest stały monitoring poziomu wrażliwości zwalczanych organizmów na stosowane do ich zwalczania substancje chemiczne.
3. Należy zminimalizować presję selekcyjną środkami chemicznymi poprzez stałą rotację substancji czynnych z różnych grup chemicznych i o różnych mechanizmach działania.
4. W niektórych przypadkach (głównie w odniesieniu do chwastów) zaleca się stosowanie mieszanin substancji czynnych z różnych grup chemicznych.
5. Stosować środki ochrony roślin zgodne z etykietą.
6. Terminy zabiegów i dawki preparatów dostosować optymalnie do najbardziej wrażliwego stadium agrofaga, przekroczenia progu ekonomicznej szkodliwości, prognozy pogody, mając na uwadze ochronę środowiska i różnorodności biologicznej.
7. Nieskuteczność zabiegu powinna być zgłaszana i wyjaśniana, ponieważ istnieje wiele czynników biotycznych i abiotycznych ograniczających efekt zabiegów chemicznych niezwiązanych z organizmem zwalczanym.
8. W przypadku potwierdzenia naukowego wystąpienia odporności, bez względu na jej mechanizm, należy w rejonie wystąpienia zjawiska wycofać z użycia daną substancję czynną.

8. METODY BIOLOGICZNE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH W INTEGROWANEJ OCHRONIE SERADELI SIEWNEJ

Organizmy regulujące w naturalnych warunkach liczebność szkodników nazywamy pożytecznymi, a sterowanie przez człowieka ich działalnością określamy jako walkę biologiczną (Boczek i Lipa 1978; Fiedler i Sosnowska 2008). Metody biologiczne polegają na wykorzystaniu wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterie, grzyby) oraz makroorganizmów (drapieżne roztocze oraz drapieżne i pasożytnicze owady, nicienie) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. W biologicznym zwalczaniu szkodników rozróżnia się trzy główne metody:

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

W uprawach polowych, w tym na plantacjach seradeli można wykorzystać głównie ochronę organizmów pożytecznych, czyli metodę konserwacyjną polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów poprzez urozmaicenie krajobrazu, tworzenie zacienień i kryjówek, odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne. Wrogowie naturalni występujący w środowisku naturalnym redukują liczebność gatunków szkodliwych, jest to tzw. „opór środowiska". Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana, warto więc je dobrze poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie

relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieżnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca-ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż 1 ofiary. Drugą formą współżycia dwóch organizmów jest **pasożytnictwo,** w której jeden czerpie korzyści ze współżycia, drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa nazywamy pasożytem, który wykorzystuje stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia i środowisko życia, a tego, który ponosi szkody – żywicielem. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: **pasożytnictwo zewnętrzne**, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt), **pasożytnictwo wewnętrzne**, kiedy pasożyt pewną część życia spędza wewnątrz ciała żywiciela (endopasożyt). W obrębie pasożytów wyróżnia się **parazytoidy**. Parazytoidy są to pasożyty, których larwy zabijają żywiciela, a dorosłe osobniki żyją wolno. Większość pasożytów szkodników to parazytoidy (Kochman i Węgorek 1997).

Wśród pasożytów, które w naturalny sposób mogą ograniczać populacje organizmów szkodliwych w uprawach seradeli są błonkówki z rodziny mszycarzowatych (*Aphidius* sp.). Samice pasożytniczych błonkówek składają jaja pojedynczo do ciała larw mszyc. Rozwój larwy parazytoida przebiega w całości wewnątrz ciała ofiary, która zamiera, a postać dorosła po przepoczwarczeniu wydostaje się na zewnątrz przez otwór wygryziony w grzbietowej części ciała mszycy. Mszyce tracą woskowy nalot, ich ciało staje się matowe i przekształca się w tzw. mumię (fot. 28) (Fiedler 2007). Wśród pasożytów, które w naturalny sposób ograniczają populacje organizmów szkodliwych są także pasożytnicze błonkówki, głównie z rodzin gąsienicznikowatych – *Glypta haesitator*, *Pristomerus vulnerator* i męczelkowatych, m.in. gatunki *Ascogaster quadridentatus*. Spasożytowanie pachówki strąkóweczki przez błonkówki z rodziny gąsienicznikowatych może dochodzić w czerwcu nawet do 80%. Samice pasożytniczych błonkówek, zanim rozpoczną składanie jaj, odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym z roślin uprawnych i dziko rosnących. Dlatego ważne jest posiadanie w sąsiedztwie takich enklaw, stanowiących bazę pokarmową dla tych parazytoidów. Bardzo ważną rolę odgrywają także pasożytniczne muchówki z rodziny rączycowatych. Muchówki z tej rodziny swoim wyglądem przypominają muchę domową, lecz są od niej większe, bardziej krępe i pokryte szczecinkami (fot. 29). Samice przy pomocy pokładełka składają jaja bezpośrednio do ciała żywiciela, na jego powierzchnię, na roślinę lub do gleby. Wylęgające się na zewnątrz larwy wchodzą do ciała owada-żywiciela. Po zakończeniu rozwoju dorosłe larwy rączyc wychodzą z ciała gospodarza, który w wyniku uszkodzenia większości tkanek oraz utraty hemolimfy ginie w czasie tego procesu. Spasożytowanie wielu szkodliwych gąsienic motyli przez tę błonkówkę może dochodzić w czerwcu nawet do 60%. Samice, zanim rozpoczną składanie jaj, odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym z roślin uprawnych

i dziko rosnących. Dlatego ważne jest posiadanie w sąsiedztwie takich enklaw, stanowiących bazę pokarmową dla tego parazytoida.

W sposób naturalny oprzędziki w uprawie roślin bobowatych mogą być również porażane przez grzyby i bakterie owadobójcze. Dotychczasowe doświadczenia prowadzone w Polsce wykazały, że w warunkach polowych zaprawianie nasion grzybem owadobójczym *Isaria fumosorosea* może ograniczyć uszkodzenia nasion o ok. 40% przed strąkowcem bobowym, zastosowanie natomiast gatunków grzybów patogenicznych *I. fumosorosea* oraz *Beauveria bassiana* pozwala zredukować liczebność larw oprzędzika pręgowanego do 60%, a w połączeniu z nicieniami owadobójczymi: *Steinernema carpocapsae* oraz *Heterohabditis bacteriophora* wykazano śmiertelność larw oprzędzików nawet do 100% po 5 dniach od momentu infekcji (Kuźniar i wsp. 2014). Ogromną rolę w warunkach naturalnych pełnią grzyby pasożytnicze należące do rodziny owadomórków. W sprzyjających warunkach, takich jak wysoka wilgotność i optymalna temperatura, mogą one powodować masowe zamieranie kolonii mszyc (epizoocje). Z kolei szkodniki żerujące w środowisku glebowym, takie jak rolnice i drutowce są infekowane przez grzyby owadobójcze znajdujące się w tym środowisku. Takie gatunki, jak *B. bassiana* i *Metarhizium anisopliae* mogą nawet zredukować do 30% populacji tych szkodników. Natomiast nicienie pasożyty roślin są redukowane przez grzyby nicieniobójcze. Gatunki grzybów *Paecilomyces lilacinus* i *Pochonia chlamydosporia* znane są jako pasożyty różnych gatunków nicieni fitopatogennych i redukują ich populacje w warunkach naturalnych (Sosnowska i wsp. 2001). Badania wykazały, że skuteczność grzybów owadobójczych i nicieniobójczych w warunkach naturalnych można zwiększyć poprzez stosowanie nawożenia organicznego w polu.

W uprawach seradeli problemem mogą być ślimaki. Do zwalczania ślimaków można zastosować nicienie pasożytnicze, gatunek *Phasmarhabditis hemaphrodita*, które są dostępne w sprzedaży jako środki ślimakobójcze (moluskocydy), np. w preparacie Phasmarhabditis System (Kozłowski i Kozłowski 2003).

W przyrodzie najczęściej spotykaną naturalną formą zależności między organizmami żywymi jest **drapieżnictwo**. Najliczniejszą grupą mniej lub bardziej wyspecjalizowaną w drapieżnictwie są **chrząszcze**, głównie z rodzin: **biegaczowatych** (Carabidae) (fot. 30), **trzyszczowate** (Cicindelidae) (fot. 31), **gnilikowate** (Histeridae) (fot. 32), **kusakowate** (Staphylidae) (fot. 33), **biedronkowate** (Coccinellidae), **omarlicowate** (Sylphidae) i **omomiłkowate** (Cantharididae). Chrząszcze posiadają typowy gryzący aparat gębowy z silnie rozwiniętymi żuwaczkami służący do chwytania i zabijania ofiar. Chrząszcze do pełnego rozwoju potrzebują do kilkuset ofiar (zjadane są różne stadia rozwojowe owadów), jakkolwiek liczba ta zmienia się w zależności od rozmiarów ciała ofiary. Ważną rodziną pożytecznych chrząszczy są biegaczowate, wśród których tylko jeden gatunek jest szkodnikiem upraw rolniczych – łokaś garbatek, pozostałe gatunki będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami spełniają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników

roślinnych. Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce do jednej z większych grup taksonomicznych owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Wśród drapieżnych biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Odżywiają się mszycami, mrówkami, gąsienicami i poczwarkami motyli oraz larwami różnych szkodliwych gatunków chrząszczy i muchówek. Często pokarmem dla nich są także ślimaki i dżdżownice. Najmniejsze z biegaczowatych – niestrudki, odżywiają się jajami innych owadów, np. oprzędzików i śmietek. Zapotrzebowanie pokarmowe biegaczowatych jest ogromne. W ciągu doby biegacz zjada więcej pokarmu niż sam waży. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na powierzchni pól uprawnych integrowanej produkcji ok. 50% badanych zgrupowań stanowił gatunek *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach są: *Calathus ambiguus, Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski i wsp. 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych (Staphylinidae) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. W Polsce opisano ponad 1400 gatunków. Przedstawiciele tej rodziny osiągają przeważnie małe rozmiary, zdarzają się jednak i takie, które dorastają do ponad 3 cm np. próchniczak czarniawy, *Ocypus olens*. Polują zarówno formy larwalne, jak i dorosłe na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica (*Aleochora bilineata* Gyll.), skorogonek (*Tachyporus hypnorum* F.) oraz nawozak (*Philothus fuscipes* Mann). Występują one w różnych środowiskach. Różnorodność gatunkowa kusaków jest znacznie większa na obrzeżach lasów i zadrzewień, niż w ich centralnej części. Wiosną następuje wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy i poczwarki oraz drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. W związku z tym, że kusaki występują na glebie ich ofiarami są gatunki roślinożerców również bytujące w tym środowisku lub te, których stadia diapauzujące przebywają w glebie. Wśród chrząszczy z rodziny kusakowatych na uwagę zasługuje rydzenica, niewielki dwumilimetrowy kusak, atakujący larwy, poczwarki i postacie dorosłe śmietek oraz innych

muchówek. Rydzenica niszczy 20–30% poczwarek śmietki kiełkówki, która jest szkodnikiem także w uprawach bobowatych (Ignatowicz i Olszak 1998). Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach są biedronkowate (Coccinellidae). Na świecie opisanych jest już ok. 5 tysięcy biedronek. W naszym kraju zaś żyje ich ponad 70 gatunków. Największa rodzima biedronka, oczatka (*Anatis ocellata*), osiąga prawie 1 cm wielkości. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Biedronki są przede wszystkim ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach, zarówno larwy, jak i dorosłe osobniki są bardzo żarłoczne. Jedna larwa zjada w ciągu swego rozwoju około 600 mszyc, a owad dorosły likwiduje dziennie około 50 różnych stadiów szkodników (fot. 34 i 35). Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Biedronki charakteryzują się dużą zdolnością reprodukcyjną, jednakże ich liczebność i rozmieszczenie w ostatnich latach w środowisku naturalnym zmniejsza się z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.), i skulik przędziorkowiec (*Stethorus punctillum* Ws.) (Pruszyński i Lipa 1970).

Owadami pożytecznymi są także drapieżne **muchówki** (Diptera), głównie należące do rodziny bzygowatych (Syrphidae) (fot. 36) Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym Syrphidae stanowią potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Bzygowate mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżców. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo", stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice Syrphidae składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego 1 osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc. Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżne gatunki reprezentujące rodziny: tasznikowate (Miridae), dziubałkowate (Anthocoridae) (fot. 37) oraz tarczówkowate (Pentatomidae). Używają one kłujki jako szpady do zabijania, a następnie wysysają swoje ofiary. Ich pokarmem są przędziorki, jaja owocówek

i innych motyli, wciornastków oraz mszyc, które są ważnymi szkodnikami w uprawie wyki siewnej i kosmatej. W ciągu doby dziubałeczki potrafią wyssać 50 jaj przędziorków lub 7 larw mszycy czy wciornastków. Wśród dziubałeczków dużą rolę jako organizm pożyteczny odgrywa dziubałek gajowy (*Anthocoris nemorum* L.), ale istotne są także gatunki z rodziny tasznikowatych (Miridae) i zażartkowatych (Nabidae) (Boczek i Lipa 1978).

Drapieżny tryb życia prowadzi również większość przedstawicieli sieciarek (Neuroptera), których larwy posiadają sierpowate żuwaczki przystosowane do wysysania innych owadów. Są to niewielkie o seledynowych, siateczkowatych skrzydłach owady, które często można spotkać pomiędzy framugami okien i w innych zacisznych kryjówkach. Przedstawicielem najczęściej spotykanym jest złotook pospolity (*Chrysoperla carnea*) (fot. 38 i 39). Osobniki dorosłe odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym, a larwy są drapieżne, atakują mszyce, małe gąsienice motyli i inne miękkie owady oraz jaja. Larwa złotooka zjada w ciągu dnia 20 mszyc lub ok. 300 przędziorków, a w ciągu całego życia ok. 600 mszyc, kilkaset jaj i innych stadiów rozwojowych owadów (Piątkowski 2001; Sosnowska i Fiedler 2013).

Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy **skorki** (Dermaptera*)* (fot. 40), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. motyli sówkowatych. Z całą pewnością nie doceniamy również roli pająków w ograniczaniu liczebności wielu groźnych szkodników roślin. A wystarczy przyjrzeć się pajęczynom często występującym w uprawach rolniczych, gdzie można zobaczyć w sieci mszyce, skoczki czy śmietki. W Polsce żyje około 700 gatunków pająków (fot. 41), wśród których najpospolitszym jest *Linyphia triangularis*, w którego sieciach stwierdzono ponad 150 różnych gatunków owadów. **Pająki** (Araneae) *z*amieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pająków tworzy sieci łowne, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Pająki nie są zbyt lubianymi stworzeniami, a wielu ludzi się nawet ich obawia. Mimo to, są jednak bardzo pożytecznymi stworzeniami, gdyż ograniczają liczebność szkodliwych owadów. Dlatego warto pamiętać o tej pozytywnej roli pająków w naszym życiu i uznać je za ważnego regulatora liczebności roślinożernych owadów (Wiech 1997; Wiech i wsp. 2001).

Mówiąc o organizmach pożytecznych, występujących naturalnie środowisku, nie należy zapominać także o roli „zapylaczy", i to zarówno zwierząt, jak i owadów. Zapylanie nie tylko zwiększa plony, ale poprawia też ich jakość. W naszej strefie klimatycznej około 80–90 proc. gatunków roślin zapylanych jest właśnie przez owady. Zapylanie naturalne kwiatów roślin owadopylnych, jest często

niedoceniane, a nie wolno zapominać o tym, że jest to najtańszy czynnik plonotwórczy w produkcji rolniczej (Pruszyński i wsp. 2012).

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

Nie należy również zapominać o zwiększaniu świadomości producentów rolnych na temat roli wrogów naturalnych występujących w środowisku naturalnym, ponieważ tzw. „opór środowiska" stanowi ważny element, często niedoceniany w integrowanej ochronie i produkcji roślin.

Fot. 28. Spasożytowana mszyca – mumia (fot. M. Tomalak)

Fot. 29. Muchówka z rodziny rączycowatych (fot. M. Tomalak)

Fot. 30. Chrząszcz z rodziny biegaczowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 31. Trzyszcz piaskowy (*Cicindela hybrida*) (fot. M. Tomalak)

Fot. 32. Gnilik (*Hister helluo*) – osobnik dorosły (fot. M. Tomalak)

Fot. 33. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 34. Biedronka siedmiokropka (fot. P. Strażyński)

Fot. 35. Larwa biedronki (fot. K. Nijak)

Fot. 36. Bzygowate (Syrphidae) – postać dorosła (fot. M. Tomalak)

Fot. 37. Drapieżny pluskwiak z rodziny dziubałkowatych (fot. M. Tomalak)

Fot. 38. Osobnik dorosły złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)

Fot. 39. Larwa złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)

Fot. 40. Skorek pospolity (*Forticula auricularia*) (fot. M. Tomalak)

Fot. 41. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*) (fot. K. Nijak)

9. ZNACZENIE BAKTERII NITRYFIKACYJNYCH W ROZWOJU SERADELI SIEWNEJ

Seradela jest cenną rośliną pastwiskową przystosowaną do niskich opadów, kwaśnych i jałowych gleb na całym świecie (Howieson i wsp. 2000; Guo i wsp. 2012), nawiązującą symbiozę z bakteriami z rodzaju *Rhizobium*. Seradela dobrze znosi udeptywanie i przygryzanie przez co ceniona jest nie tylko jako przedplon, ale i jako pasza dla bydła. Ma doskonale rozwinięty system korzeniowy, a jej liście są bogate w białko, którego zawartość może stanowić do 20% składu rośliny. Seradela toleruje również wysoką wilgotność, a nawet okresowe zalewanie (Machado i wsp. 2016).

Oprócz dostarczania dużej ilości zielonej masy i białek roślinnych, na paszę, seradela pozwala dostarczyć znaczne ilości azotu (N) do gleby na której jest uprawiana. Dzięki swojej zdolności do tworzenia symbiozy z bakteriami wiążącymi azot seradela stosowana w uprawie ziemniaka jako wsiewka międzyplonowa dostarcza najwięcej makroelementów. Wykazano też korzystny wpływ na plon ogólny świeżej masy bulw ziemniaka nawożonego seradelą w formie mulczu. Plon bulw ziemniaka nawożonego seradelą przyoraną jesienią nie różnił się istotnie od plonu otrzymanego na oborniku (Płaza 2013). Seradela podobnie jak łubin należy do tej samej rodziny roślin bobowatych jednak jest mniej efektywna w uwalnianiu azotu (Pudełko i Żarnicka 2010). Seradeli nie powinno się uprawiać bezpośrednio po innych motylkowych z uwagi na możliwość nagromadzenia w glebie drobnoustrojów chorobotwórczych niszczących bakterie brodawkowe, a także nasilenie chorób atakujących motylkowe, które przenoszone są przez glebę.

Uprawa seradeli staje się coraz bardziej popularna ze względu na jej naturalne, opisane wyżej zalety, oraz ze względu na dokonujący się postęp badań nad szczepami bakterii wiążących azot i wchodzących w symbiozę z seradelą. Roślina ta może wchodzić w symbiozę z wieloma gatunkami bakterii wiążącymi azot, zarówno wolno-, jak i szybko rosnącymi. W wyniku symbiozy nodule (brodawki) tworzone są przez bakterie z rodzaju *Bradyrhizobium* oraz szybkorosnące z rodzajów *Rhizobium* i *Mesorhizobium* (Pudełko i Żarnicka 2010). Słaby wzrost seradeli w dużej mierze przypisywany jest niedostatecznej symbiozie z bakteriami z rodzaju *Bradyrhizobium*. Wybór szczepów *Bradyrhizobium lupini*, które powodują szybszą nodulację (tworzenie brodawek korzeniowych) i lepsze wiązanie azotu przy niskich temperaturach korzeni może znacznie poprawić produkcję seradeli (Tiwari i wsp. 2015).

Przykładem badań nad szczepami bakterii wiążących azot i wchodzących w symbiozę z seradelą są prace nad gatunkiem *O. micranthus*, gdzie spośród

148 izolatów bakterii wiążących azot na seradeli, wyróżniono 15 grup w oparciu o cechy morfologiczne oraz zbadano efektywność tych izolatów pod względem ilości wytworzonych nodul i wytwarzania świeżej masy roślin łubinu i seradeli. Wytypowano trzy szczepy: UFRGS Om9, UFRGS Om62 i UFRGS Om67, należące do rodzaju *Bradyrhizobium* i wytwarzające najwięcej noduli na korzeniach seradeli. Co ciekawe izolaty te wykazywały mniejszą efektywność jeśli chodzi o przyrost świeżej masy, w porównaniu do innych izolatów wytwarzających mniej brodawek. Wyniki te znajdują odzwierciedlenie w wynikach innych badaczy i wskazują, że najlepszym parametrem oceny efektywności nodulacji jest określenie suchej masy brodawek, zamiast określania ich liczby (Machado i wsp. 2016).

W innych badaniach wykazano negatywny wpływ pestycydów na nawiązywanie symbiozy z bakteriami oraz nodulację. W hodowlach roślin, w których stosowano preparaty chemiczne, pojedynczo lub w połączeniu, zarówno karbendazym, jak i imazethapyr hamowały wzrost bocznych korzeni roślin, a same rośliny charakteryzowały się niższym wzrostem, żółtymi liścieniami i liśćmi. Szczepy w kulturach kontrolnych (bez pestycydów) indukowały większe i bardziej liczne guzki, natomiast w przypadku roślin traktowanych fungicydem i herbicydem, guzki indukowane przez szczepy były mniejsze i nie tak liczne, co wydaje się potwierdzać wpływ chemikaliów badanych szczepów bakterii. Zmniejszoną efektywność nodulacji można przypisać efektowi karbendazymu i imazadatiru, powodującym zahamowanie wzrostu korzeni przybyszowych koniczyny, lucerny i seradeli (Niewiadomska i Klama 2005).

Wymiernym efektem badań nad bakteriami brodawkowymi wchodzącymi w symbiozę z seradelą są, wdrażane do powszechnego zastosowania w rolnictwie, gotowe preparaty zawierające bakterie symbiotyczne, poprawiające efektywność nodulacji. Przykładem preparatów dostępnych na rynkach światowych są m.in. brazylijskie preparaty handlowe SEMIA905 i SEMIA929, zawierające bakterie z rodzaju *Bradyrhizobium* przeznaczone dla gatunku *Ornithopus sativus*; preparat firmy Grains Research & Development Corporation (GRDC) zawierający szczep o nazwie handlowej WSM471 (https://agwine.adelaide.edu.au/research/farming/legumes-nitrogen/legume inoculation/inoclegubackpocketguide.pdf) oraz preparat firmy BASF o nazwie: Nodulaid N/T (https://crop-solutions.basf.com.au/files/R323mMCreggKnbY1.PDF).

Należy jednak pamiętać, że bakterie wiążące azot często tworzą symbiozę z bardzo wąskim zakresem gospodarzy, lub nawet z jednym gatunkiem żywicielskim. Dlatego stosując preparaty przeznaczone na rynki zagraniczne, np. australijski, trzeba mieć świadomość tego, że efektywność tych szczepów może być mocno ograniczona, lub wręcz żadna, w Polskich warunkach glebowo-klimatycznych.

Przykładem preparatu zwiększającego efektywność nodulacji na seradeli i przeznaczonego na rynek Polski jest preparat Nitroflora, zawierający wyselekcjonowane czyste kultury bakterii brodawkowych z rodzaju *Rhizobium* lub

Bradyrhizobium. Nitroflora ma postać zawiesiny biomasy bakterii brodawkowych w odżywczym roztworze ochronnym. Produkt przeznaczony jest do wydajnej inokulacji (szczepienia) roślin z rodziny bobowatych (Fabaceae), takich jak: soja, łubin, groch, fasola, lucerna, seradela, wyka, peluszka, bobik, bób i soczewica. Inokulacja nasion zwiększa ilość tworzonych brodawek korzeniowych, co przekłada się na wzrost wydajności asymilacji azotu atmosferycznego, a tym samym obniżenie kosztów nawożenia mineralnego upraw.

W pracy poświęconej technologii uprawy roślin bobowatych czytamy, że przed wysiewem nasiona seradeli należy zaprawić Nitraginą. Seradelę w uprawie na nasiona należy siać możliwie najwcześniej, w terminie właściwym dla owsa. Ilość wysiewu wynosi 20–25 kg nasion na 1 ha, a rozstawa rzędów 20–25 cm. Nasiona umieszcza się na głębokości około 2 cm. Na plantacjach uprawianych w siewie czystym do zwalczania chwastów można zastosować preparat Metron 700 SC w dawce 4 l/ha do 3 dni po siewie lub w fazie 2–4 liści seradeli (Skowronek 2015).

10. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY

Owady pożyteczne na uprawach można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to **zapylacze** – głównie pszczoły i trzmiele, druga to naturalni wrogowie szkodników, tworzący tzw. naturalny opór środowiska, które zostały omówione szerzej w poprzednim rozdziale.

Zapylacze to przede wszystkim przedstawiciele nadrodziny **pszczoły** (Apoidea), których na świecie występuje około 20 tys. gatunków, a w Polsce ponad 450 gatunków (Banaszak 1987). W uprawach rolniczych obecność zapylaczy często wpływa korzystnie na podwyższenie plonu oraz na jego jakość. W Polsce około 60 gatunków roślin uprawnych pozytywnie reaguje na odwiedzanie przez owady zapylające. Wśród nich jest znaczna grupa roślin, dla których obecność zapylaczy jest bardzo korzystna – w tym wysoce miododajna facelia.

Jednym z najpoważniejszych czynników ograniczających populację pszczoły miodnej i innych dziko żyjących zapylaczy, a także niezapylających owadów pożytecznych są zatrucia środkami ochrony roślin. Jakkolwiek postęp w doborze środków ochrony roślin i technice ich stosowania, a także przepisy prawne znacznie zagrożenie to ograniczyły, jednak błędy oraz często niedostateczna wiedza i przygotowanie zawodowe plantatorów czy wykonawców zabiegów ochrony roślin są nadal przyczyną zatruć entomofauny pożytecznej (Mrówczyński 2013). Nawet najlepsze zabiegi agrotechniczne i ochrona chemiczna nie przyniosą oczekiwanych rezultatów, jeżeli rośliny będą odizolowane i niedostępne dla owadów zapylających. Istotną rolę w zapylaniu upraw odgrywają także inne pszczołowate – spośród dziko żyjących pszczół największe znaczenie jako zapylacze roślin uprawnych mają trzmiele (Banaszak 1987).

Mając na względzie potrzebę ochrony środowiska naturalnego, konieczne jest uwzględnienie przy planowaniu i wykonywaniu zabiegów działań mających na celu ochronę nie tylko pszczoły miodnej, ale także dziko żyjących zapylaczy i innych owadów pożytecznych. W celu uniknięcia i niedopuszczenia do zatrucia pszczół należy przede wszystkim:

- zabiegi wykonywać tylko w razie przekroczenia przez organizmy szkodliwe progów ekonomicznej szkodliwości i jeżeli to możliwe ograniczyć zabiegi do pasów brzeżnych i miejsc wystąpienia agrofaga;
- bezwzględnie przestrzegać zaleceń podanych na etykiecie środków ochrony roślin;
- do wykonania zabiegów na uprawach kwitnących lub z kwitnącymi chwastami dobierać środki nietoksyczne dla pszczół lub o krótkim okresie prewencji;
- zabiegi środkami o kilkugodzinnym okresie prewencji należy wykonywać wieczorem, po zakończeniu oblotu uprawy przez pszczoły;

– nie opryskiwać roślin pokrytych spadzią;
– zapobiegać przenoszeniu cieczy roboczej na sąsiednie, szczególnie kwitnące uprawy;
– nie wykonywać zabiegów przy silnym wietrze;
– informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin;
– przestrzegać przepisów prawnych;
– przestrzegać zasad dobrej praktyki ochrony roślin (Pruszyński i Wolny 2009).

Należy podkreślić, że integrowana ochrona wymaga od producenta, oprócz dobrej jakości bezpiecznej żywności, także ochrony środowiska naturalnego, a więc również owadów zapylających. Integrowane programy produkcji poszczególnych gatunków roślin uprawnych uwzględniają ochronę zapylaczy i innych owadów pożytecznych (Pruszyński 2007).

Większość roślin wymaga zapylenia przez owady. Korzyści z obecności pszczół w rolnictwie są doceniane nie od dziś, jednak ich rola w środowisku naturalnym jest niedoceniana lub pomijana milczeniem. Warto więc podkreślić, że ekonomiczna wartość zapylania przez owady pszczołowate wykracza ponad produkcję rolniczą. Pszczoły zapylają wszystkie rośliny, nie tylko uprawne. Ważną rolą pszczół jest zapylanie rodzimych gatunków roślin, które dostarczają pokarm dzikim zwierzętom i zapewniają bioróżnorodność, która stanowi prawidłowe funkcjonowanie ekosystemu. Pod nazwą facelia kryje się kilkadziesiąt gatunków roślin, jednak w Polsce najpowszechniej występuje facelia błękitna. Można powiedzieć, że pszczoły ją wręcz uwielbiają, a gdy rośnie w pobliżu pasieki wracają do niej przez cały dzień. Nektar i pyłek rośliny nie tylko odpowiadają pszczołom pod względem smakowym i zapachowym, ale też pozwalają zgromadzić spore zapasy miodu. Na jednym metrze kwadratowym uprawy facelii może pracować nawet 30 pszczół, a i tak każda wraca do ula z pełnym koszyczkiem i wolem. Facelia bardzo często uprawiana jest wyłącznie na pożytek pszczół, czyli oprócz miodu człowiek nie ma z niej żadnego innego pożytku. Pożytek z facelii mogą mieć natomiast zwierzęta, gdyż jest doskonałą paszą – szybko rośnie i jest bardzo odżywcza. Rolnicy na swoich polach wysiewają ją dość chętnie, co więcej – uprawą facelii zajmują się też pszczelarze, którzy chcą zintensyfikować zbiory na terenach ubogich w inne pożytki. Roślinę można wysiać praktycznie na każdym rodzaju gleby, jednak na glebach żyznych będzie bujniejsza i wydajniejsza.

Owady zapylające są najlepszymi opiekunami naszych ogrodów i upraw rolniczych. To właśnie one zapewniają odpowiednie zapylenie warzyw, drzew, owoców i roślin ozdobnych. Bez zapylaczy nie byłoby znacznej części żywności na świecie, ale także ucierpiałaby bioróżnorodność, niezwykle istotna dla prawidłowego funkcjonowania otaczającego nas świata.

Na świecie opisano ponad 200 tysięcy gatunków zwierząt zapylających rośliny. Szacuje się, że co piąty gatunek zwierząt uczestniczy w zapylaniu. Są to

ssaki, ptaki, stawonogi i mięczaki. Jednak największą grupę zapylaczy stanowią owady, a w szczególności cztery ich rzędy – błonkówki, muchówki, motyle i chrząszcze.

Gdyby zadać pytanie o owady zapylające żyjące w Polsce, większość z zapytanych wymieniłoby pszczoły. A jednak pszczoły miodne, które zazwyczaj kojarzą nam się z zapylaniem, są tylko małą częścią bardzo bogatej pszczelej rodziny. W Polsce żyje 470 gatunków owadów należących do rodziny pszczołowatych, z czego większość to pszczoły samotne. Do pszczołowatych zaliczają się również trzmiele. Mamy ich w Polsce około 30 gatunków. W zapylaniu pomagają nam również motyle, osy, muchówki i chrząszcze. Dzikie owady zapylające są często bardziej wydajnymi zapylaczami niż pszczoły miodne. Są od nich mniejsze i mniej wybredne, przez co oblatują większą ilość roślin, również takich, do których nektaru pszczoły miodne nie potrafią się dostać. Pszczoły to jedyne błonkówki karmiące swoje larwy mieszaniną nektaru i pyłku, niekiedy wydzieliną gruczołów ślinowych. Trzy gatunki zostały udomowione przez człowieka, tj. pszczoła miodna, azjatycka i ostatnimi czasy – miesierka lucernowa. Na świecie żyje 16 000 gatunków pszczół, w Europie 1600 gatunków, a w Polsce około 470 gatunków i podgatunków pszczół. W pełni społecznymi są rodzaje **pszczoła** (Apis), **trzmiel** (Bombus) i **smuklik** (np. Lasioglossum). Pozostałe rodzaje (90%) to zazwyczaj pszczoły samotnicze lub samotnice.

Pszczoła miodna (fot. 42) jest niemal doskonałym zapylaczem: około 10–20 tys. robotnic wylatuje z ula 10 razy dziennie. Każda robotnica odwiedza w trakcie każdego lotu 70 kwiatów, czyli jedna rodzina pszczela może zapylić 7–14 milionów kwiatów dziennie. Oprócz pszczoły miodnej w Polsce i na świecie występuje duża grupa pszczół obejmująca gatunki, w których każda samica zakłada osobne gniazdo, a nawet kilka gniazd, są to tzw. pszczoły samotne. Samica tych pszczół do gniazda składa pożywienie, potem jaja, zamyka je i ginie, a w następnym roku (lub w tym samym, jeśli dany gatunek wydaje dwa pokolenia rocznie) wylęgają się młode samce i samice, które zakładają nowe gniazda.

Do pszczół samotnic zaliczamy:

- gnieżdżące się w ziemi tzw. „kopaczki": pszczolinkę, kornutkę, spójnicę lucernową, wigorczyka lucernowca;
- gnieżdżące się w drewnie lub pustych łodygach roślin: niektóre gatunki lepiarek, miesierkowate, murarki;
- gnieżdżące się w glinianych domach lub naturalnych odsłonięciach ziemi: np. porobnica murarka.

W ostatnich latach duże znaczenie zyskała **murarka ogrodowa**, dzięki wysokim zdolnościom do zapylania upraw. Murarki w tym samym czasie zapylają więcej kwiatów niż pszczoły miodne. Do zapylenia hektara sadu jabłoni wystarczy 550–600 samic murarki. Dzięki temu owady zyskały wysokie uznanie jako zapylacze drzew owocowych.

Fot. 42. Pszczoła miodna na seradeli (fot. R. Krawczyk)

Murarka ogrodowa (*Osmia rufa*) jest gatunkiem pszczoły z rodziny Megachilidae. Żyje samotnie, ale we właściwych warunkach może tworzyć kolonie. Występuje powszechnie na terenie całej Polski. Źródło pokarmu dla tego owada stanowi około 150 gatunków roślin. Murarka odwiedza wszystkie gatunki drzew owocowych, a także krzewy owocowe. Samica murarki oblatuje kwiaty dopiero w temperaturze 15°C. Ograniczenie lotów tej pszczoły odnotowuje się w okresie całkowitego zachmurzenia, przy silnych wiatrach, a także w czasie obfitych opadów deszczu. Pszczoła ta w optymalnych warunkach pogodowych wylatuje z gniazda na odległość 100–200 m. Loty na dalsze odległości (300 m) są możliwe, gdy kolonia pszczół zlokalizowana jest w pobliżu dużej plantacji, bądź owadom brakuje pokarmu. Murarka łatwo przystosowuje się do warunków tworzonych przez człowieka – zajmuje sztuczne siedliska. Najczęściej jako gniazda wykorzystuje się ściśle zebrane źdźbła trzciny (długość 18–20 cm, średnica otworów 8 mm), a także zabezpieczone przed zawilgoceniem i opadami deszczu. Murarka także zakłada gniazda w spróchniałych drzewach, konarach lub drewnianych konstrukcjach.

Trzmiele, po pszczołach są najlepszymi zapylaczami roślin uprawnych. Są one szczególnie cenione przy zapylaniu niektórych gatunków roślin wytwarzających kwiaty z trudno dostępnym nektarem. Do roślin tych należą liczne gatunki,

które ze względu na specyficzną budowę kwiatów, są niechętnie oblatywane przez pszczoły, między innymi: koniczyna czerwona, lucerna, komonica. Rośliny te posiadają kwiaty o długiej rurce kwiatowej i dlatego ich nektar jest trudno dostępny dla posiadającej stosunkowo krótszy języczek pszczoły miodnej. Trzmiele zbierają mniej pokarmu z jednej rośliny, muszą więc odwiedzić ich więcej, zapylając tym samym więcej roślin. Owady te bardzo dobrze sobie radzą, w odróżnieniu od pszczół, w niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Wylatują z gniazda już przy temperaturze około 11–12°C, a także potrafią latać nawet przy małych opadach deszczu (mżawka), czy we mgle, czego nie potrafią pszczoły. Młode robotnice trzmieli już po 1–2 dniach są zdolne do wylotu po pokarm, a dojrzewanie robotnic pszczelich wynosi 21 dni.

Istotnym czynnikiem warunkującym aktywność owadów zapylających są warunki atmosferyczne. Trzmiele mogą oblatywać kwiaty nawet, gdy temperatura spadnie do 10°C. Z kolei zbieraczki pszczoły miodnej w dni słoneczne i bezwietrzne wylatują z ula już w temperaturze 12°C, ale istotny wzrost ich aktywności ma miejsce dopiero w temperaturze 14–16°C. Samice murarki ogrodowej lubią ciepło i wylatują z gniazd dopiero przy temperaturze bliskiej 15°C, a ich największa aktywność przypada w najcieplejszych godzinach dnia. W deszczowe dni aktywność lotna pszczół miodnych i murarki ogrodowej ustaje. Trzmiele natomiast pracują także przy lekkich opadach deszczu. Także silne wiatry wpływają na ograniczenie prędkości lotów pszczół i liczbę lotów po pokarm w ciągu dnia. Loty pszczół ustają kiedy prędkość wiatru jest większa niż 30 km/h. Trzmiele natomiast latają nawet, gdy prędkość wiatru dochodzi do 70 km/h. Aktywność lotna pszczoły miodnej i dzikich pszczołowatych ograniczona jest także okresami całkowitego zachmurzenia, podczas gdy trzmiele latają nawet w takich warunkach. Trzmiele są więc wyjątkowo odporne na niekorzystne warunki atmosferyczne. Pracują w czasie niepogody, wiatru, niskiej temperatury i opadów, nawet trwających dłużej. Wykonują loty wtedy, gdy inne owady zapylające nie latają. Najbardziej wrażliwe na warunki atmosferyczne są dzikie pszczołowate, w tym murarka ogrodowa. Owady te w czasie niesprzyjających warunków pogodowych silnie redukują loty lub wcale ich nie wykonują.

Warunkiem oblotu kwiatów jest także dostarczanie przez nie pożytku, czyli pokarmu dla owadów, w postaci nektaru i pyłku. Gdy jest słonecznie i ciepło, rośliny nektarują lepiej niż w czasie chłodnych i wilgotnych dni. Wraz ze wzrostem temperatury, której zwykle towarzyszy spadek wilgotności powietrza, maleje ogólna ilość nektaru w kwiatach, ale wzrasta koncentracja zawartych w nim cukrów, a także bezwzględna ilość cukrów.

Pszczoła miodna odwiedza kwiaty tego samego gatunku nawet jeśli inne równie cenne pod względem pokarmowym rośliny są w tym czasie dostępne. Sprzyja to szybkiemu i sprawnemu zapyleniu roślin, szczególnie dużych powierzchni upraw monokulturowych. Stałość w odwiedzaniu roślin znacznie silniej zaznacza

się u pszczół miodnych niż u trzmieli. Samice murarki ogrodowej natomiast łatwo zmieniają odwiedzane rośliny. Wynika to z odmiennej strategii wykorzystywania bazy pokarmowej. Robotnice pszczoły miodnej porozumiewają się tańcem, dzieląc się informacjami dotyczącymi między innymi miejsca i atrakcyjności pożytku. Dlatego potrafią efektywniej wykorzystać większe skupiska roślin. Natomiast pszczoły samotne i trzmiele podczas poszukiwania i zbioru pokarmu nie wymieniają informacji między sobą. Penetrują teren otaczający gniazdo z jednakowym nasileniem we wszystkich kierunkach. Ważnym czynnikiem efektywnego zapylania jest odległość gniazd owadów zapylających od kwitnących roślin. Pszczoły miodne zwykle nie wylatują na odległość większą niż 3 km od gniazda, a około 75% zbieraczek lata na odległość nie większą niż 1 km. Natomiast młode, niedoświadczone robotnice wylatują po pokarm nie dalej niż na kilkaset metrów od ula. Dlatego już w odległości 150 m od ula na kwitnących roślinach można zauważyć wyraźne zmniejszenie liczby pszczół. Podczas niekorzystnych warunków atmosferycznych zasięg lotów pszczół nie przekracza 30–50 m, a wówczas dobry plon owoców i nasion uzyskuje się z roślin znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie rodzin pszczelich. Trzmiele w poszukiwaniu pokarmu nie wylatują daleko od gniazda. Zasięg ich lotu wynosi około 1 km, a prawie 40% robotnic nie wylatuje na odległość większą niż 100–200 m od gniazda. Także murarka ogrodowa poszukuje pokarmu w niewielkiej odległości od gniazda. W korzystnych warunkach pogodowych i przy dużej obfitości pokarmu wylatuje na odległość 100–200 m od gniazda. Efektywność zapylania wszystkich przedstawionych zapylaczy jest więc tym większa, im mniejsza jest odległość pożytku od gniazda czy ula. Dlatego ważne jest aby ule czy gniazda umieszczać blisko kwitnących roślin, w środku uprawy, najlepiej grupami. Trzmiele w ciągu dnia pracują dłużej niż zbieraczki pszczoły miodnej i samice murarki ogrodowej. Zaczynają obloty wcześniej, kończą je nawet po zachodzie słońca. Powoduje to wydłużenie ich czasu pracy nawet o 2–3 godzin w ciągu dnia w porównaniu do pszczoły miodnej. Najkrócej na kwiatach pracują samice murarki ogrodowej, ale skuteczność zapylania jest równie wysoka jak pszczoły miodnej. Ciężar owoców przy zapyleniu murarką i pszczołą miodną jest porównywalny. Zarówno trzmiele, jak i samice murarki w tym samym czasie odwiedzają więcej kwiatów niż pszczoły, krócej na nich pracując. Przez co ilość owadów potrzebnych dla dobrego zapylenia powierzchni uprawy ulega znacznemu zmniejszeniu. Samice murarki ogrodowej oraz trzmiele wylatując po pokarm zbierają jednocześnie nektar oraz pyłek. Odwiedzając kwiaty owady te kontaktują się z częściami generatywnymi kwiatu, przez co wskutek ich odwiedzin każdorazowo dochodzi do zapylenia.

Dlatego tak ważne dzisiaj staje się dbanie o dobrą kondycję zapylaczy na świecie, bo jak powiedział wielki ewolucjonista Karol Darwin: „Kiedy pszczoła zniknie z powierzchni Ziemi, człowiekowi pozostaną już tylko cztery lata życia. Skoro nie będzie pszczół, nie będzie też zapylania. Zabraknie więc roślin, potem zwierząt, wreszcie przyjdzie kolej na człowieka…”.

11. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

Jednostki doradztwa rolniczego funkcjonują na podstawie ustawy z 22 października 2004 roku o jednostkach doradztwa rolniczego (t.j. z 2013 r. Dz.U. poz. 474). Zgodnie z tą ustawą, struktury publicznego doradztwa rolniczego tworzą następujące jednostki:

- Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie (CDR), posiadające 3 oddziały w: Krakowie, Poznaniu i Radomiu;
- 16 wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego (ODR).

Centrum Doradztwa Rolniczego funkcjonuje jako państwowa jednostka prawna i podlega bezpośrednio Ministrowi Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego z uwagi na wejście w życie ustawy z dnia 22.06.2016 roku o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego stały się państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 roku wprowadziła podległość wojewódzkich jednostek doradztwa rolniczego do ministra właściwego do spraw rozwoju wsi.

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

- wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego (ODR);
- 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 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 14.12.1995 r. (Dz.U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2.07.2004 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. Poprzez szkolenia, przygotowało doradców do realizacji działań w ramach polityki rolnej i PROW 2007–2013 oraz PROW 2014–2020.

Oddział w Krakowie specjalizuje się w zagadnieniach doskonalenia zawodowego doradców rolniczych w zakresie wspierania rozwoju pozarolniczych funkcji obszarów wiejskich.

Oddział w Poznaniu zajmuje się metodyką doradztwa rolniczego, ekonomiką rolnictwa oraz wydaje jedyne czasopismo dla doradców rolniczych – naukowy kwartalnik „Zagadnienia doradztwa rolniczego".

Oddział w Radomiu koordynuje zagadnienia rolnictwa ekologicznego (prowadzi pokazowe, ekologiczne gospodarstwo rolne w Chwałowicach), ochrony środowiska, systemów produkcji rolnej w tym integrowanej ochrony roślin oraz przetwórstwa rolnego na poziomie gospodarstwa rolnego w utworzonym w tym celu centrum szkolenia praktycznego.

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

- doradca rolniczy, posiadający uprawnienia do świadczenia usług doradczych na temat wzajemnej zgodności;
- doradca rolnośrodowiskowy, świadczący usługi doradcze w ramach programów rolnośrodowiskowych;

– ekspert przyrodniczy, świadczący usługi doradcze (sporządzający ekspertyzy przyrodnicze) w ramach programów rolnośrodowiskowych;
– doradca leśny.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami – doradca rolniczy niezależnie od zatrudnienia w publicznym lub prywatnym podmiocie, wpisany na listę, musi mieć wyższe wykształcenie rolnicze lub pokrewne, ukończony kurs specjalizacyjny oraz zdany egzamin. Przepisy nakładają także na doradcę wpisanego na listę, obowiązek uczestnictwa w specjalistycznych szkoleniach uzupełniających. Osoba, która nie wywiąże się z tego obowiązku jest skreślana z listy. Wykształcenie kadry doradczej stanowi ogromny potencjał jednostek doradztwa rolniczego.

W nowym okresie programowania, w latach 2014–2020 przy udziale Centrum Doradztwa Rolniczego wprowadzone zostają dodatkowe specjalizacje, takie jak:
– doradca z zakresu integrowanej ochrony roślin;
– doradca ekologiczny.

Doradztwo w ramach programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

Celem działań programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020: „Transfer wiedzy i działalność informacyjna" oraz „Usługi doradcze, usługi z zakresu zarządzania gospodarstwem rolnym i usługi z zakresu zastępstw" jest zapewnienie dostępu do nowoczesnej wiedzy rolnikom i posiadaczom lasów. Świadczone na ich rzecz doradztwo, a także promocja i upowszechnianie innowacji poprzez 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, Kodeksów Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

Zgodnie z art. 14 dyrektywy 2009/128/WE wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia od 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). KPD tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany.

Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w Krajowym Planie Działania, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w artykule 4. mówi wyraźnie: „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5.–15.", a w 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 przykłada się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

Ograniczanie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin jest warunkiem rozwoju rolnictwa zrównoważonego oraz przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego. Wdrażanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin

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).

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 podjęciu 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 nad pojawianiem się i nasileniem agrofagów jest szczególnie ważne obecnie, gdy obok uniknięcia strat w plonie pod uwagę należy brać czynnik ekonomiczny, środowiskowy oraz obowiązek prowadzenia ochrony roślin w oparciu o zasady integrowanej ochrony;
- dokonanie oceny i wyboru: gdy populacja agrofaga zbliży się do wyznaczonego progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może się okazać zastosowanie skutecznego pestycydu wywierającego najmniejszy wpływ na środowisko i ludzi. W przypadku szkodników nie można zapomnieć o sprawdzeniu ilości pożytecznych np. owadów, których obecność może sugerować, że populacja szkodników zmaleje bez interwencji;
- sygnalizacja: polega na powiadomieniu producenta przez służby doradcze ochrony roślin o pojawieniu się konkretnej choroby, szkodnika, innych agrofagów i konieczności wykonania właściwego zabiegu w określonym terminie.

Uwzględniając priorytety określone w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2017, 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. W trakcie realizacji jest jedno z kluczowych założeń, a mianowicie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

Gospodarstwa demonstracyjne reprezentują najwyższy poziom produkcji rolniczej. Są one miejscem wdrażania zasad integrowanej produkcji i ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w gospodarstwach tych będzie prowadzona przez merytorycznych doradców, obserwacja nasilenia występowania agrofagów dla uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwoli na efektywne prowadzenie sygnalizacji wystąpienia pojawu agrofagów.

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w metodach sygnalizacji poprzez wdrażanie systemów wspomagających określenie optymalnego terminu zabiegu (System Wspomagania Decyzji). „Narzędzia" te stanowią element nowoczesnego doradztwa i są wykorzystywane w pracy doradczej (Pruszyński i Wolny 2009).

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

Budowany system umożliwia korzystanie z doradztwa online 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 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.

Platforma Sygnalizacji Agrofagów

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

Realizacja przedsięwzięcia ma istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczół, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Nie zabraknie zatem zaleceń, jak wykonywać zabiegi ochronne, aby nie zaszkodziło to owadom zapylającym.

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:

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

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

Na zielonkę

Seradela jest jedną z nielicznych roślin nadających się do uprawy na glebach piaszczystych. Może ona wydać znaczny plon wynoszący od 6 do 40 t/zielonej masy z 1 ha, jednak przeciętne plony tej rośliny kształtują się na poziomie od 6 do 15 t zielonki z 1 ha. Seradelę przeznaczoną na zielonkę należy zbierać w fazie początku kwitnienia do zawiązywania strąków w dolnej partii rośliny. Optymalny termin zbioru seradeli na zielonkę przypada na fazę pełni kwitnienia. Paszę zebraną w tym terminie cechuje wysoka zawartość białka i średnia zawartość włókna surowego.

Plon zielonej i suchej masy seradeli zależy od sposobu uprawy, a w siewie czystym jest wyższy niż w mieszankach i międzyplonie. Z badań cytowanych w tabeli 13. wynika, że seradela wydała mniejszy plon suchej masy części nadziemnych i resztek pozbiorowych w porównaniu z innymi roślinami bobowatymi (np. łubinem żółtym, grochem).

Tabela 13. Plony suchej masy średnia z lat 2002–2004 (w t/ha)

Gatunek	Części nadziemne	Resztki pozbiorowe	Plon całej biomasy
Seradela pastewna	1,28	1,15	2,43
Groch siewny	2,10	0,82	2,92
Łubin żółty	1,54	1,77	3,31

Źródło: Skinder i wsp. (2007)

Zielonka z seradeli jest smaczną paszą wysokobiałkową, chętnie zjadaną przez różne gatunki zwierząt, niepowodującą wzdęć. Poza białkiem zawiera w swoim składzie chemicznym znaczne ilości soli mineralnych i witamin. Wilczewski (2007) stwierdził, że w suchej masie seradeli uprawianej w międzyplonach koncentracja azotu i włókna surowego była istotnie mniejsza, a zawartość fosforu i wapnia – większa niż u grochu i łubinu (tab. 14). Seradela uprawiana w międzyplonie w porównaniu do grochu i łubinu wprowadzała do gleby w resztkach nadziemnych i pozbiorowych mniej składników pokarmowych (głównie z powodu mniejszego plonu), jednak jej wartość ekologiczna jest znaczna, ponieważ pozostaje po niej w glebie dla rośliny następczej około 62 kg N, 10 kg P, 67 kg K,

17 kg Ca i 5 kg Mg (Wilczewski 2007). Stwierdzono pozytywny wpływ międzyplonu ścierniskowego seradeli i innych bobowatych na pszenicę jarą. Dotyczył on zwiększenia obsady kłosów, plonu ziarna i słomy (Wilczewski i wsp. 2007). Silniejszy wpływ następczy zaobserwowano, gdy przeznaczono na zielony nawóz całą wytworzoną masę seradeli (części nadziemne i resztki pozbiorowe). Z kolei badając wpływ następczy międzyplonu seradeli uzyskano wzrost o 1,5–4,1% produktywności całego ogniwa zmianowania jęczmień jary-pszenica ozima, przy jednoczesnym obniżeniu wydajności tego zmianowania o 5,3–8,7% w przypadku wsiewki innych gatunków – cykorii i życicy wielokwiatowej (Jaskulski 2004).

Tabela 14. Skład chemiczny biomasy nadziemnej międzyplonów średnia z lat 2002–2004 (w %)

Gatunek	N	P	K	Ca	Mg	$N–NO_3$	Włókno surowe
Seradela siewna	3,28	0,47	2,87	0,83	0,26	0,095	17,7
Groch siewny	3,62	0,43	2,52	0,74	0,27	0,097	23,8
Łubin żółty	3,52	0,44	2,91	0,84	0,30	0,102	21,9

Źródło: Wilczewski (2007)

W innych badaniach wpływ wsiewki seradeli na plonowanie czterech gatunków zbóż był różny w zależności od gatunku rośliny ochronnej (tab. 15).

Tabela 15. Plon ziarna zbóż uprawianych w siewie czystym i z wsiewką seradeli (średnia z lat 2011–2013).

Wyszczególnienie	Plon ziarna zbóż (t/ha)
Owies	4,17
Owies + seradela	4,23
Jęczmień jary	3,54
Jęczmień jary + seradela	2,93
Pszenica orkisz	3,70
Pszenica orkisz + seradela	3,74
Żyto	3,72
Żyto + seradela	3,58

Źródło: Staniak i wsp. (2015)

Wykazano m.in. zwiększenie plonu owsa i brak istotnego wpływu na plon żyta ozimego i pszenicy orkisz. Z tych badań wynikają też największe plony

zielonej masy seradeli wsianej w żyto (4,2 t/ha), istotnie mniejsze w jęczmień jary (3,88 t/ha) jako roślinę ochronną i pszenicę orkisz (3,60 t/ha), a najmniejsze – w owies (3,4 t/ha). Wsiewka seradeli w zboża ograniczała średnio o 48% masę chwastów występujących w łanie, a o około 45% ich liczebność (Staniak i wsp. 2015). W badaniach nad regulacją zachwaszczenia pszenżyta jarego i ozimego stwierdzono zmniejszenie świeżej i suchej masy chwastów na obiektach z wsiewką seradeli niezależnie od terminu zbioru zboża (dojrzałość mleczno-woskowa na kiszonkę i pełna na ziarno) (Staniak i wsp. 2017).

Na zielonkę

Seradelę na zielonkę zbiera się w fazie początku kwitnienia do zawiązywania strąków w dolnej części rośliny. Najwyższy plon zielonki uzyskuje się w fazie pełni kwitnienia, zawartość białka w roślinie jest wtedy również wysoka. Dlatego też w tej fazie rozwojowej zazwyczaj uzyskuje się wysoki plon białka.

Na siano

Produkcja siana z seradeli jest możliwa, ale mało opłacalna. Seradela wydaje stosunkowo mały plon suchej masy, a trudności związane z suszeniem zielonki w okresie jesiennym są znaczne z powodu występowania warunków pogodowych niesprzyjających szybkiemu wysychaniu zielonki: porannej rosy, częstych mgieł, opadów deszczu i małego nasłonecznienia. Suszenie seradeli w warunkach jesiennej pogody i przy stosunkowo niskiej temperaturze powietrza przedłuża się, wymagane jest wielokrotne zaangażowane człowieka i maszyn do przewracania suszonej zielonki. Dlatego produkcja siana z seradeli uznana jest za ekonomicznie mało opłacalną. Kilkakrotne przewracanie seradeli na polu generuje poza wysokimi kosztami bezpośrednimi produkcji paszy również znaczne straty plonu w wyniku osypywania się liści, najwartościowszych fragmentów roślin seradeli, obniża to wartość żywieniową siana.

Na pastwisko

Seradela może być spasana zwierzętami. Roślina ta nie zawiera substancji antyodżywczych powodujących pienienie się treści żwacza u przeżuwaczy więc uważa się ją za bezpieczną paszę wysokobiałkową dla tych zwierząt. Ponieważ seradela pozostaje na polu do przymrozków wypas zwierząt należy rozpoczynać po obeschnięciu roślin z rosy, w godzinach południowych. Przed rozpoczęciem wypasu dobrze jest zwierzęta nakarmić inną paszą objętościową, może to być np. gorszej jakości siano lub słoma. Pastwiskową dojrzałość seradela osiąga przy wysokości łanu roślin 25–30 cm.

Na nasiona

Na nasiona seradela wysiewana jest wiosną, bez rośliny ochronnej pełniącej też rolę rośliny podporowej, dlatego w tych warunkach często wylega. Praktykuje się

rzadki siew wynoszący około 20–25 kg nasion/ha w rozstawie rzędów 20–25 cm (Zając 2003). Taki sposób wysiewu i brak rośliny podporowej powoduje wyleganie roślin, utrudniony jest wtedy kombajnowy zbiór nasion. Poza tym podczas kombajnowego zbioru dochodzi do dużych strat nasion w wyniku osypywania się strąków i ich nierównomiernego dojrzewania. Straty te mogą stanowić nawet do 25% plonu nasion. Zbiór nasion wykonuje się jednoetapowo lub dwuetapowo. Kombajnowy zbiór należy rozpocząć, gdy większość strąków przyjmie barwę żółto-brązową. Dwuetapowy zbiór nasion seradeli polega na skoszeniu i wysuszeniu roślin, a następnie wymłóceniu kombajnem. Przeciętny plon nasion seradeli wynosi 200–400 kg/ha. Zebrane nasiona wymagają często dosuszenia i doczyszczenia.

Według Szukały (1997) przy zbiorze jednoetapowym seradeli uprawianej w siewie czystym można zebrać o około 30% (0,3 t/ha) wyższy plon nasion, niż przy zbiorze wieloetapowym. Brak wylegania roślin przed zbiorem przy wsiewce w żyto, a następnie desykacja żyta stwarza bardzo korzystne warunki do zbioru jednoetapowego seradeli kombajnem i może tą drogą przyczynić się do obniżenia strat nasion przy zbiorze.

Na zielony nawóz

Seradelę przeznaczoną na zielony nawóz zaoruje się jesienią. Gdy stanowisko po seradeli przeznaczone jest pod uprawę ziemniaków można orkę wykonać wiosną. Pozostawienie roślin na zimę ogranicza wymywanie składników pokarmowych z gleby w tym okresie.

Do kiszenia

Seradela może być użytkowana wszechstronnie, możliwe jest też jej zakiszanie. Zielonka z seradeli z powodu wysokiej zawartości białka należy do surowców trudno kiszących się. Dlatego przystępując do sporządzania kiszonek należy pamiętać o stosowaniu dodatków zakwaszających, ułatwiających zakiszanie lub zakiszać w mieszance z zielonką zbóż.

Wartość pszczelarska seradeli

Seradela jak wszystkie rośliny bobowate drobnonasienne jest cenionym pożytkiem dla zapylaczy, jednak jej kwiaty są małe i nieliczne na roślinie, dlatego wydajność miodu z hektara uprawy bywa niewielka. Okres kwitnienia seradeli trwa około 8 tygodni. W uprawie czystej kwitnienie seradeli przypada na połowę czerwca i trwa do końca lipca, a przy wsiewaniu w zboża – w sierpniu.

13. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Końcowy efekt ochrony roślin uprawnych uzależniony jest od zabezpieczenia i przestrzegania wszystkich zaleceń i wytycznych związanych z właściwym postępowaniem ze środkami ochrony roślin w trakcie magazynowania, przygotowywania i wykonywania zabiegów opryskiwania, jak i czynności dotyczących postępowania po wykonaniu zabiegów opryskiwania.

13.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

Podczas pracy i styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

Zgodnie z Rozporządzeniem MRiRW (Dz.U. z dnia 22 maja 2013 r., poz. 625) środki ochrony roślin przechowuje się w miejscach lub obiektach, w których zastosowano rozwiązania zabezpieczające przed skażeniem wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego oraz gruntu na wskutek wycieku lub przesiąkania w głąb profilu glebowego.

Środki ochrony roślin należy przechowywać w osobnych pomieszczeniach lub specjalnych magazynach, wyraźnie oznakowanych (napis: „Środki ochrony roślin") oraz zamykanych i zabezpieczonych przed dostępem osób nieupoważnionych, dzieci oraz zwierząt. W wyjątkowych przypadkach można przechowywać środki w zamykanej oddzielnej szafie lub skrzyni, jeżeli proces przechowywania jest sporadyczny lub ilości tych środków są niewielkie. Magazynowane środki ochrony roślin powinny być przechowywane w oryginalnych, szczelnie zamkniętych, opatrzonych czytelną etykietą na opakowaniach, w sposób uniemożliwiający ich kontakt z produktami spożywczymi i paszą.

Magazyn środków ochrony roślin:

- powinien znajdować się z dala od budynku mieszkalnego i inwentarskiego, stodół, spichlerzy i innych magazynów spożywczych, a także od studni, ujęć wody pitnej, zbiorników i cieków wodnych w odległości nie mniejszej niż 20 m;
- powinien posiadać nieprzepuszczalną łatwo zmywalną nawierzchnię umożliwiającą dokładne i szybkie usunięcie środka w razie jego rozlania lub rozsypania;
- powinien posiadać własną wentylację i oświetlenie, a w pomieszczeniu temperatura nie powinna spadać poniżej zera w stopniach Celsjusza (najlepiej utrzymywać temperaturę pomiędzy 5–25°C);

– magazyn nie powinien być narażony na nadmierne nasłonecznienie, stąd też powinien posiadać okna ograniczające promieniowanie słoneczne lub odpowiednie nakładki przyciemniające zamontowane na szyby.

W magazynie środków ochrony roślin w widocznym miejscu powinien znajdować się:
– wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin lub innych agrochemikaliów;
– instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniająca zasady składowania środków ochrony roślin i agrochemikaliów;
– namiary na telefony do najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego oraz ośrodka toksykologicznego.

Należy pamiętać, że w magazynie ze środkami ochrony roślin niedopuszczalne jest palenie tytoniu, spożywanie posiłków oraz przechowywanie artykułów żywnościowych i leków, pasz dla zwierząt, nasion i ziarna zbóż, a także materiałów pędnych i łatwo palnych. Podczas styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

13.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin

Podczas przygotowywania i wykonywania zabiegów ochrony roślin zawsze istnieje ryzyko powstania, niepożądanych skutków ubocznych dla ludzi, zwierząt i środowiska. Stopień ryzyka skażeń znacznie wzrasta, gdy proces przygotowania jest nieprawidłowy, niezgodny ze wskazaniami zawartymi na etykiecie środka ochrony roślin i przyjętymi zasadami dobrej praktyki ochrony roślin.

Operator opryskiwacza w trakcie przygotowywania i wykonywania zabiegu musi być wyposażony w odpowiednią odzież ochronną, z godnie z zaleceniami etykiety oraz kartą charakterystyki środka. Podstawowym wyposażeniem odzieży ochronnej jest: kombinezon, odpowiednie buty, gumowe rękawice, odporne na działanie środków ochrony roślin, okulary i maska chroniąca oczy, układ oddechowy oraz pokarmowy.

W ochronie roślin wybór właściwej techniki i parametrów opryskiwania w dużym stopniu wpływa na efektywność i bezpieczeństwo zabiegu oraz minimalizowanie negatywnego wpływu środków chemicznych na środowisko naturalne. Na każdym etapie postępowania ze środkami ochrony roślin należy stosować właściwą organizację pracy i dostępne środki techniczne, zgodnie z zasadami **dobrej praktyki ochrony roślin.**

Kalibracja (regulacja) opryskiwacza pozwala na stosowanie optymalnych parametrów zabiegu, a efektem pracy jest równomierne naniesienie cieczy

użytkowej na opryskiwane obiekty (rośliny lub glebę) przy uwzględnieniu właściwości roślin (faza rozwojowa, wielkość, gęstość) w zróżnicowanych warunkach pogodowych.

Zgodne z dobrą praktyką ochrony roślin w procesie regulacji opryskiwacza ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają realizację założonej dawki cieczy na hektar dla wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza. Przedawkowanie lub zastosowanie zmniejszonej dawki to czynności nieodwracalne ze wszystkimi następstwami tego faktu. Nieprecyzyjna kalibracja lub jej zaniechanie to bardzo częste przyczyny uszkodzenia roślin, obserwowane szczególnie wyraźnie po zastosowaniu niektórych herbicydów.

Regulacje parametrów roboczych opryskiwacza należy wykonać zawsze, gdy dokonuje się zmiany rodzaju środka chemicznego (np. z herbicydu na fungicyd), dawki cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów roboczych (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Ponadto procedurę regulacji opryskiwacza powinno się wykonać na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczowej), a także przy zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Regularnie należy kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. W trakcie regulacji należy zwrócić uwagę, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze ten sam numer i kolor, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy użytkowej na hektar.

Sporządzanie cieczy użytkowej

Ciecz użytkową należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiorniku opryskiwacza nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. Przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne trzeba szczegółowo **zapoznać się z etykietą środka ochrony roślin**, w której zawarte są niezbędne wskazówki i informacje dotyczące możliwości mieszania i stosowania tych środków. **Zawsze należy zwracać uwagę, aby przygotować tylko taką ilość cieczy użytkowej, która jest niezbędna do ochrony danej plantacji**.

Przygotowanie cieczy użytkowej musi odbywać się w sposób ograniczający ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych oraz gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. **Proces sporządzania cieczy użytkowej należy przeprowadzać w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych, w przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków**

ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych (Dz.U. z dnia 22 maja 2013 r., poz. 625).

W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Po odmierzeniu odpowiednich ilości środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym skażenia miejscowe jest sporządzanie cieczy użytkowej na polu, szczególnie w przypadku opryskiwaczy wyposażonych w specjalne rozwadniacze agrochemikaliów, gdzie komponenty ulegają wstępnemu rozcieńczeniu/rozpuszczeniu przed wprowadzeniem do zbiornika.

W zabiegach z użyciem kilku agrochemikaliów istotne znaczenie ma kolejność mieszania składników, a także niedopuszczenie do osadzania i rozwarstwienia się poszczególnych komponentów. Mieszaninę przygotowuje się z zachowaniem właściwej kolejności dodawania poszczególnych składników. Najpierw miesza się ciecz z nawozami, a potem dodaje się wstępnie rozcieńczone ś.o.r. Do zbiornika opryskiwacza do połowy napełnionego wodą przy włączonym mieszadle wsypuje się odważoną porcję nawozu (np. mocznik, siarczan magnezu). Do tak sporządzonego roztworu dodaje się powoli oddzielnie przygotowane roztwory poszczególnych komponentów, przy czym środek ochrony roślin dodaje się jako ostatni element mieszaniny. Ważne jest aby mieszadło opryskiwacza cały czas było włączone, nie dopuszczając w ten sposób do tworzenia się osadów na dnie zbiornika. Po dodaniu wszystkich składników cieczy użytkowej zbiornik uzupełnia się wodą do wymaganej objętości.

Dobór dawki cieczy użytkowej

W integrowanych systemach ochrony upraw wymagana jest częsta zmiana dawki cieczy użytkowej na hektar w zależności od rodzaju zabiegów ochrony (zwalczanie chorób, szkodników i chwastów), a także warunków agrotechnicznych i pogodowych na plantacji. Dawka cieczy powinna uwzględniać: zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typ posiadanego opryskiwacza i urządzeń rozpylających.

Przy stosowaniu tradycyjnej techniki opryskiwania zwiększenie zużycia ilości cieczy użytkowej na hektar, można osiągnąć poprzez stosowanie bardzo małej prędkości roboczej i/lub poprzez wyposażenie opryskiwacza w rozpylacze o większym wydatku jednostkowym. Takie rozwiązanie obniża wydajność pracy i zwiększa ogólny koszt zabiegu (częstsze napełnianie zbiornika). Z kolei producenci nowoczesnych opryskiwaczy, szczególnie wykorzystujących pomocniczy strumień powietrza (PSP), podają często spodziewane korzyści związane z oszczędnością zużycia dawek cieczy roboczej i ś.o.r. oraz czasu potrzebnego na wykonanie

zabiegów ochronnych. Opryskiwacze z PSP z reguły zużywają o 50% mniej wody i są w stanie opryskać w krótszym czasie dużo większą powierzchnię niż sprzęt konwencjonalny.

Podstawową zasadą efektywnej ochrony roślin jest stosowanie możliwie niskich dawek cieczy użytkowej, a także minimalnych zalecanych dawek środków ochrony roślin tak, aby zabieg ochronny odznaczał się wysoką skutecznością i bezpieczeństwem dla ludzi i środowiska (Kierzek i wsp. 2012). Środki stosowane nalistnie wymagają dobrego naniesienia i pokrycia opryskiwanych powierzchni i stąd nie jest konieczne stosowanie większych dawek cieczy użytkowej, ale precyzyjne nanoszenie rozpylanej cieczy na poszczególne części roślin. Dawka aplikowanej cieczy użytkowej nie może być zbyt mała, gdyż wiązałoby się to z potrzebą użycia bardzo drobnych kropel, co z kolei może prowadzić do wzrostu znoszenia i odparowania cieczy z kropel lub nierównomiernego rozłożenia środka w roślinie. Z drugiej strony stosowanie wysokich dawek cieczy użytkowej, niekoniecznie zwiększa depozyt (naniesienie) środka ochrony roślin na liściach. Substancja czynna często jest wtedy w stanie znacznego rozcieńczenia, a krople pokrywające opryskiwaną powierzchnię wykazują skłonność do ściekania. Użycie nadmiernych ilości cieczy, powyżej granicy retencji (zdolność roślin do zatrzymywania cieczy) prowadzi do znacznych strat cieczy, co w konsekwencji powoduje większe skażenie środowiska glebowego.

Do nalistnego zwalczania chwastów z użyciem standardowej techniki opryskiwania najczęściej stosuje się dawkę w okolicach 200 l/ha. Wykorzystując do zabiegu np. opryskiwacze z PSP dawkę cieczy można zmniejszyć poniżej 100 l/ha, zachowując przy tym pełną skuteczność zabiegu. W zabiegach doglebowych zaleca się wyższe dawki cieczy użytkowej.

Środki o działaniu kontaktowym wymagają bardzo dobrego pokrycia opryskiwanych roślin i generalnie wymagają stosowania większych dawek cieczy użytkowej niż środki o działaniu systemicznym (układowym). W zabiegach dolistnego dokarmiania oraz łącznego stosowania kilku środków chemicznych (np. fungicyd + insektycyd, insektycyd + fungicyd + nawóz dolistny) zaleca się stosowanie zwiększonych dawek cieczy użytkowej. Dysponując odpowiednią aparaturą zabiegową (np. opryskiwacze z PSP) dawkę cieczy można zmniejszyć do 100–125 l/ha lub mniej, a pokrycie roślin nadal będzie wystarczające.

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie – bezpieczeństwo i skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Ich wyboru często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czaczyk 2012). W zależności od aktualnych potrzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje

się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar. Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin, lub też gdy zależy nam na ograniczeniu znoszenia (Kierzek i wsp. 2012). Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala rolnikowi właściwie dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu wg. kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 43–48).

W doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi i ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych (tab. 16). Dobór rozpylacza do konkretnych zabiegów ochronnych należy poprzedzić zapoznaniem się z jego charakterystyką techniczną, a szczególnie z informacją o typie i rodzaju rozpylacza oraz natężeniu wypływu cieczy, które jest wyrażone zunifikowanym kolorem i kodem cyfrowym (np. zielony – 015, żółty – 02, niebieski – 03 itd.).

W konwencjonalnych opryskiwaczach polowych w zabiegach ochrony roślin powinno się stosować przede wszystkim rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Rozpylacze płaskostrumieniowe oferowane są w wielu rodzajach i typach: **standard**, **uniwersalne o polepszonej jakości rozpylania** (o rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych), **przeciwznoszeniowe** (inaczej antyznoszeniowe lub niskoznoszeniowe) oraz **eżektorowe**.

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych lub uniwersalnych** o podwyższonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnienia roboczego).

Rozpylacze standardowe można stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników, jak i chwastów. Wytwarzają one dużo drobnych kropel podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych (mały wiatr, wilgotność powyżej 50%, temperatura poniżej 22–25°C). Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych. Zalecane ciśnienia robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych wynosi od 2 do 4 barów (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa).

Rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania mogą pracować w szerokim zakresie cienienia roboczego (od 1 bar do 5 barów) zapewniając uzyskanie większej jednorodność wytwarzanych kropel. 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.

Tabela 16. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropel (kategoria kroplistości), w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (Klasa wielkości kropel uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

Rozpylacze szczelinowe płaskostrumieniowe o kącie 110° (120°)							
Typ – ciśnienie (bar) / Rozmiar (kod)		015	02	025	03	04	05
Standard/ Uniwersalne	1,0	F	M	M	M	M	M
	2,0	F	F	M	M	M	M
	3,0	F	F	F	F	M	M
	4,0	F	F	F	F	F	M
Antyznoszeniowe	2,0	M	M	C	C	C	C
	3,0	F	M	M	M	M	C
	4,0	F	M	M	M	M	M
Eżektorowe	2,0	VC	VC	VC	VC	VC	VC
	3,0	C	VC	VC	VC	VC	VC
	4,0	C	C	VC	VC	VC	VC
	5,0	C	C	C	VC	VC	VC
	6,0	M	C	C	C	C	VC
KLASA WIELKOŚCI KROPEL (KROPLISTOŚĆ)							
Drobne (F)		Średnie (M)		Grube (C)		Bardzo grube (VC)	

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

Rozpylacze ograniczające znoszenie kropel cieczy, dzięki wytwarzaniu grubych i bardzo grubych kropel polecane są do zabiegów wykonywanych w trudniejszych warunkach atmosferycznych (zwiększona siła wiatru, niska wilgotność, wyższe temperatury). Do tej grupy należą tzw. rozpylacze przeciwznoszeniowe i eżektorowe (Hołownicki i wsp. 2012).

Rozpylacze **przeciwznoszeniowe** mają najczęściej wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy rozpylającej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel podatnych na znoszenie i odparowanie. Rozpylacze antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów. Nieco gorsze

efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem środków o działaniu kontaktowym, dlatego też jeśli nie ma takiej potrzeby, to zabiegi z tą grupą preparatów lepiej wykonać przy użyciu rozpylaczy uniwersalnych (standardowych).

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych, np. silniejszym wietrze. W zależności od rozmiaru i stosowanego ciśnienia roboczego efekt redukcji znoszenia przy użyciu tego typu urządzeń rozpylających dochodzi nawet do 75–95%. Rozpylacze eżektorowe wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan docierając do głęboko ukrytych części roślin.

W pierwszych konstrukcjach rozpylaczy eżektorowych uzyskiwano optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) dla ciśnień roboczych w granicach od 5 do 8 barów. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadowalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskuje się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 barów. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%.

Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy (fot. 48). Modele te produkowane są w wersji z symetrycznymi (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60°) i asymetrycznymi wachlarzami. W trakcie przejazdu rośliny opryskiwane są dwoma strumieniami cieczy. Jeden strumień skierowany jest w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, co ma zapewnić dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych, jak i pionowych powierzchni roślin oraz dobrą penetracje łanu.

Rozpylacze eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu systemicznym (układowym).

Warunki wykonywania zabiegów

Środki ochrony roślin należy stosować w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałać zniesieniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu (Ustawa o środkach ochrony roślin z dnia 8 marca 2013 r., art. 35.).

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowana jest przebiegiem warunków atmosferycznych (Kierzek i wsp. 2010). Duży wpływ na efektywność stosowanych środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. Opryskiwanie należy wykonywać przy niewielkim wietrze i bezdeszczowej pogodzie oraz umiarkowanej temperaturze i małym nasłonecznieniu. Zabieg wykonywany w niesprzyjających warunkach pogodowych

(wysoka temperatura i niska wilgotność powietrza) może być przyczyną uszkodzeń innych roślin w wyniku znoszenia cieczy użytkowej na obszary nieobjęte zabiegiem, a także może powodować niezamierzone zatrucia wielu pożytecznych gatunków entomofauny, będących często naturalnymi wrogami zwalczanych szkodników.

Temperatura jak i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy, a co za tym idzie – końcową efektywność stosowanych środków ochrony roślin. Zalecane temperatury powietrza podczas zabiegów są uwarunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin – takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 17). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów. Najlepiej zabiegi ochronne wykonywać rano lub wieczorem (z uwagi na np. mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie), względnie, gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych – panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności.

W czasie opryskiwania temperatura powietrza nie powinna przekraczać 22–25°C, natomiast temperatura cieczy użytkowej nie powinna być niższa od 5–8°C. Względna wilgotność powietrza powinna być większa niż 50%.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nieprzekraczającej 4 m/s. Niewielki wiatr, o prędkości od 1 do 2 m/s, jest korzystny również ze względu na zawirowania i lepsze przemieszczanie się rozpylanej cieczy w łanie roślin. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i w razie konieczności ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe, względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powietrza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenie preparatu poza granice opryskiwanej plantacji. Wykonywanie zabiegów przy mniej korzystnych warunkach atmosferycznych (np. wietrzna pogoda), gdy zabiegu nie można przesunąć w czasie, zalecane jest stosowanie rozpylaczy niskoznoszeniowych lub eżektorowych, wytwarzających krople grube lub bardzo grube. Nie dotyczy to opryskiwaczy wyposażonych w pomocniczy strumień powietrza (PSP), który ułatwia penetrację cieczy użytkowej w gęstym łanie i dzięki temu możliwe jest stosowanie do zabiegu drobnych kropel, zapewniających bardzo dobre pokrycie opryskiwanych powierzchni roślin (Hołownicki i wsp. 2012).

Nie należy wykonywać zabiegów opryskiwania bezpośrednio przed deszczem i bezpośrednio po nim, gdy rośliny są mokre oraz w okresie opadania mgły i na rośliny pokryte rosą. Wyjątek mogą stanowić zabiegi doglebowe. W pozostałych

przypadkach należy odczekać parę godzin, do momentu obeschnięcia roślin. Skuteczność działania środków ochrony roślin w różnym stopniu zależy od opadów deszczu. W zależności od preparatu (substancja czynna, forma użytkowa) i dodatków substancji powierzchniowo-czynnych (np. adiuwanty) opad deszczu (powyżej 2 mm) może wyraźnie zmniejszyć skuteczność środka ochrony roślin, jeśli występuje średnio do 3–6 godz. po zabiegu.

Tabela 17. Graniczne i optymalne warunki meteorologiczne do wykonywania zabiegów ochrony roślin

Parametr	Wartości graniczne (skrajne)	Wartości optymalne (najkorzystniejsze)
Temperatura	1–25°C podczas zabiegu	12–20°C podczas zabiegu
	do 25°C w dzień po zabiegu	20°C w dzień po zabiegu
	nie mniej niż 1°C następnej nocy	nie mniej niż 1°C następnej nocy
Wilgotność powietrza	50–95%	75–95%
Opady	poniżej 0,1 mm podczas zabiegu	bez opadów
	poniżej 2,0 mm w ciągu 3–6 godzin po zabiegu	–
Prędkość wiatru	0,0–4,0 m/s	0,5–1,5 m/s

Źródło: dane zebrane z materiałów własnych, szkoleniowych, katalogów i poradników Dobrej Praktyki Ochrony Roślin

Podczas opryskiwania upraw polowych prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 5–10 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belkę z PSP 8–15 km/h. Niższe prędkości robocze (4–6 km/h) zaleca się podczas opryskiwania upraw zwartych i wyrośniętych oraz przy nierównej powierzchni pola, będącej przyczyną dużych wahań belki polowej.

Posiadacz gruntów lub obiektów, w których są wykonywane zabiegi z zastosowaniem środków ochrony roślin przez użytkownika profesjonalnego, jest zobowiązany do przechowywania przez okres 3 lat dokumentacji dotyczącej środków ochrony roślin stosowanych na tych gruntach lub w tych obiektach.

13.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu

Podstawową zasadą dobrej praktyki jest zminimalizowanie pozostałości po wykonaniu zabiegów z użyciem środków ochrony roślin. Po zabiegu zawsze pozostaje problem pozostałości resztek cieczy użytkowej w opryskiwaczu, pozostałości ciekłych ze stanowiska po napełnianiu i myciu opryskiwacza.

Opryskiwacze stosowane do ochrony roślin narażone są na działanie bardzo wielu środków chemicznych. Dlatego nigdy nie wolno pozostawiać nieumytego opryskiwacza czy aparatu z niewykorzystaną cieczą użytkową. Pozostałości środków chemicznych ulegając rozwarstwieniu, tworzą trudne do usunięcia osady w różnych punktach układu przewodzenia cieczy.

Mycie opryskiwacza jest absolutnie konieczne, gdy kolejny zabieg będzie wykonywany na innej uprawie, a zastosowany środek stwarza ryzyko uszkodzenia roślin w kolejnym zabiegu (np. herbicyd, regulator wzrostu). Szczególnie w uprawie gorczycy w wyniku niedokładnego umycia opryskiwacza z resztek środków ochrony roślin może dojść do zahamowania wzrostu lub poważnych uszkodzeń roślin. Taka sytuacja może wystąpić po zabiegu z użyciem herbicydów np. w zbożach i niedokładnym umyciu opryskiwacza, który następnie często wykorzystuje się do opryskiwania roślin rzepaku z użyciem fungicydów lub insektycydów.

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) usunięcie resztek cieczy użytkowej z opryskiwacza można dokonać przez wypryskanie cieczy użytkowej na polu, lub spuszczenie pozostałej cieczy do specjalnych naczyń lub zbiorników. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę, czy do systemu ściekowo-kanalizacyjnego oraz wylewanie w jakimkolwiek innym miejscu uniemożliwiającym jej zebranie lub stwarzającym ryzyko skażenia gleby i wody. Opryskiwacz należy dokładnie umyć, w miejscu do tego przeznaczonym.

Czynności związane z myciem, płukaniem zbiornika i instalacji cieczowej opryskiwacza wykonuj w bezpiecznej odległości – nie mniejszej niż 30 m – od studni, zbiorników i cieków wodnych, studzienek kanalizacyjnych oraz obszarów wrażliwych na skażenie.

Wszystkie czynności związane z myciem wewnętrznym aparatury zabiegowej można wykonywać na polu lub plantacji, gdzie wykonany był zabieg lub własnym nieużytkowanym rolniczo terenie, z dala od ujęć wody pitnej i studzienek kanalizacyjnych. Mycia opryskiwacza nie wolno przeprowadzać kilkakrotnie w tym samym miejscu, by nie spowodować skażenia miejscowego gleby.

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej:

- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest 3-krotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i przy mniejszym ciśnieniu roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność

taką powtórzyć trzykrotnie) lub jeśli nie jest to możliwe, resztki wykorzystać zgodnie z zaleceniami dotyczącymi zagospodarowania pozostałości płynnych;
– zdemontować wkłady filtrów, oczyścić je i zamontować ponownie na swoje miejsce;
– resztki pozostałej, spuszczonej cieczy z opryskiwacza należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną biodegradację substancji czynnych ś.o.r. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

Do mycia wewnętrznego aparatury zabiegowej najlepiej wykorzystaj specjalnie przystosowane do tego celu stanowiska, zabezpieczające neutralizację pozostałości ś.o.r. w cieczy pozostającej po myciu opryskiwaczy w systemach bioremediacji (np. Biobed, Phytobac, Biofilter, Biomassbed, Vertibac), czy też urządzenia oparte na odparowaniu wody w systemach dehydratacji (np. Heliosem czy Osmofilm) (Doruchowski i wsp. 2011). Na stanowisku typu Biobed można usunąć resztki cieczy użytkowej oraz nagromadzony osad z dna zbiornika i filtrów, odkręcając zawór spustowy zbiornika, a także demontując filtry i rozpylacze (Doruchowski i Hołownicki 2009). Do dokładniejszego umycia opryskiwaczy można stosować dodatek preparatów neutralizujących resztki środków ochrony roślin i nawozów w zbiorniku oraz instalacji przewodzącej ciecz użytkową.

Resztki środków ochrony osiadające na opryskiwaczu w trakcie zabiegu należy skutecznie zmyć, aby zabezpieczyć przed korozją i zużyciem sprzętu oraz ograniczyć zagrożenie dla środowiska i ludzi obsługujących aparaturę zabiegową (Godyń i Doruchowski 2009). Po zakończonym dniu pracy należy umyć wodą całą aparaturę z zewnątrz, a także podzespoły mające kontakt ze środkami chemicznymi. Do mycia zewnętrznego opryskiwacza należy stosować najmniejszą konieczną ilość wody, najlepiej z użyciem lancy wysokociśnieniowej zamiast szczotki, aby skrócić czas i zwiększyć skuteczność mycia.

Po umyciu i wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy wykonuje się na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Przeglądy opryskiwacza przeprowadzane systematycznie, według zaleceń producenta sprzętu zawartych w instrukcji obsługi, gwarantują zawsze bezawaryjne i terminowe wykonanie zaplanowanych zabiegów.

Fot. 43. Zgodnie z normami ISO kolor rozpylacza koduje jego wydajność cieczy w ciągu 1 minuty. Rozpylacze o większym wypływie cieczy wytwarzają krople o większych rozmiarach, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem. Od lewej rozmiar: 01; 015; 02; 03 i 04 (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 44. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz eżektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 45. Rozpylacze jednostrumieniowe rozmiar 02 (żółty): klasyczny (po lewej) i uderzeniowy (po prawej) różnią się charakterystyką wytworzonych kropli, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem cieczy. Dla 0,3 MPa, pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, drugi średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 46. Rozpylacz wyposażony w kryzę wstępną (po prawej) wytwarza krople większe i mniej podatne na znoszenie niż rozpylacz klasyczny (po lewej), mimo że ukształtowanie szczeliny wylotowej jest takie same (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 47. Rozpylacze różniące się kątem strumienia kropli, 110° (po lewej) i 80° (po prawej) różnią się ukształtowaniem (szerokością) szczeliny wylotowej, co skutkuje wytwarzaniem nieco większych kropli przez rozpylacz o węższym strumieniu (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 48. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

14. FAZY ROZWOJOWE SERADELI W SKALI BBCH

Seradela to jednoroczna roślina z rodziny bobowatych, której okres wegetacji waha się od 115 do 160 dni. W zależności od warunków środowiskowych osiąga wysokość od 17 do 55 cm i tworzy zwykle od 6 do 12 rozgałęzień, a okres kwitnienia wynosi od 30 do 40 dni. Seradela nie posiada dużych wymagań glebowych i jest odporna na niską temperaturę.

Rozwój seradeli można podzielić na 8 głównych faz. Faza 0 – Kiełkowanie (wschody), Faza 1 – Rozwój liści, Faza 2 – Rozwój pędów bocznych, Faza 3 – Wydłużanie się pędu głównego, Faza 5 – Rozwój kwiatostanu, Faza 6 – Kwitnienie, Faza 7 – Tworzenie się nasion w strąkach, Faza 8 – Dojrzewanie nasion, Faza 9 – Starzenie się i zamieranie roślin (Fu i wsp. 1994). Główne fazy rozwojowe podzielone są na fazy podrzędne. W skali BBCH arytmetycznie wyższy kod wskazuje na późniejszą fazę rozwojową rośliny uprawnej. Dzięki systemowi kodowemu można dokładnie opisać przedział czasowy pomiędzy fazami, np. zapis 51–69 dotyczy okresu od pojawienia się pierwszych pąków kwiatowych do końca kwitnienia.

U seradeli nie występuje główna faza rozwojowa 4. Pojawia się ona u innych roślin, aby więc zachować uniwersalność skali BBCH po głównej fazie 3 od razu wstawiono główną fazę 5.

Uwaga: Na plantacji mogą znajdować się rośliny w różnych fazach rozwojowych.

Seradela siewna (*Ornithopus sativus* Brot)

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

00 Suche nasiona
01 Początek pęcznienia nasion
05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z nasiona
06 Wzrost korzenia i tworzenie włośników
07 Hypokotyl z liścieniami (kiełek) przebija łupinę nasienną
08 Kiełek dosięga powierzchni gleby; widoczne wybrzuszenie
09 Kiełek przebija się na powierzchnię gleby (faza pęknięcia)

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści (główny pęd)

10 Liścienie całkowicie rozwinięte
11 Faza 1 liścia
12 Faza 2 liścia
13 Faza 3 liścia
15 Faza 5 liścia
19 Faza 9 lub więcej liści

Główna faza rozwojowa 2 : Rozwój pędów bocznych (rozgałęzień)

20 Brak pędów bocznych
21 Początek rozwoju pędów bocznych
22 2 pędy boczne
23 3 pędy boczne
25 5 pędów bocznych
29 Faza 9 lub więcej pędów bocznych

Główna faza rozwojowa 3: Wzrost (wydłużanie) pędu głównego

30 Początek wzrostu pędu
31 Pęd osiąga 10% ostatecznej długości
32 Pęd osiąga 20% ostatecznej długości
33 Pęd osiąga 30% ostatecznej długości
35 Pęd osiąga 50% ostatecznej długości
39 Pęd osiąga 90% ostatecznej długości

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu

50 Początek wyrastania pąków kwiatowych
51 Widoczny kwiatostan
55 Widoczne pierwsze, pojedyncze kwiaty (ciągle zamknięte)
59 Widoczne pierwsze płatki kwiatowe

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie (główny pęd)

60 Otwarte pierwsze kwiaty
61 Początek kwitnienia: 10% otwartych kwiatów
63 30% otwartych kwiatów
65 Pełnia kwitnienia: 50% otwartych kwiatów, pierwsze płatki mogą opadać
67 Końcowa faza kwitnienia: większość płatków opada i zasycha

69 Koniec kwitnienia: widoczne zawiązki owoców (strąków)

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców (strąków)

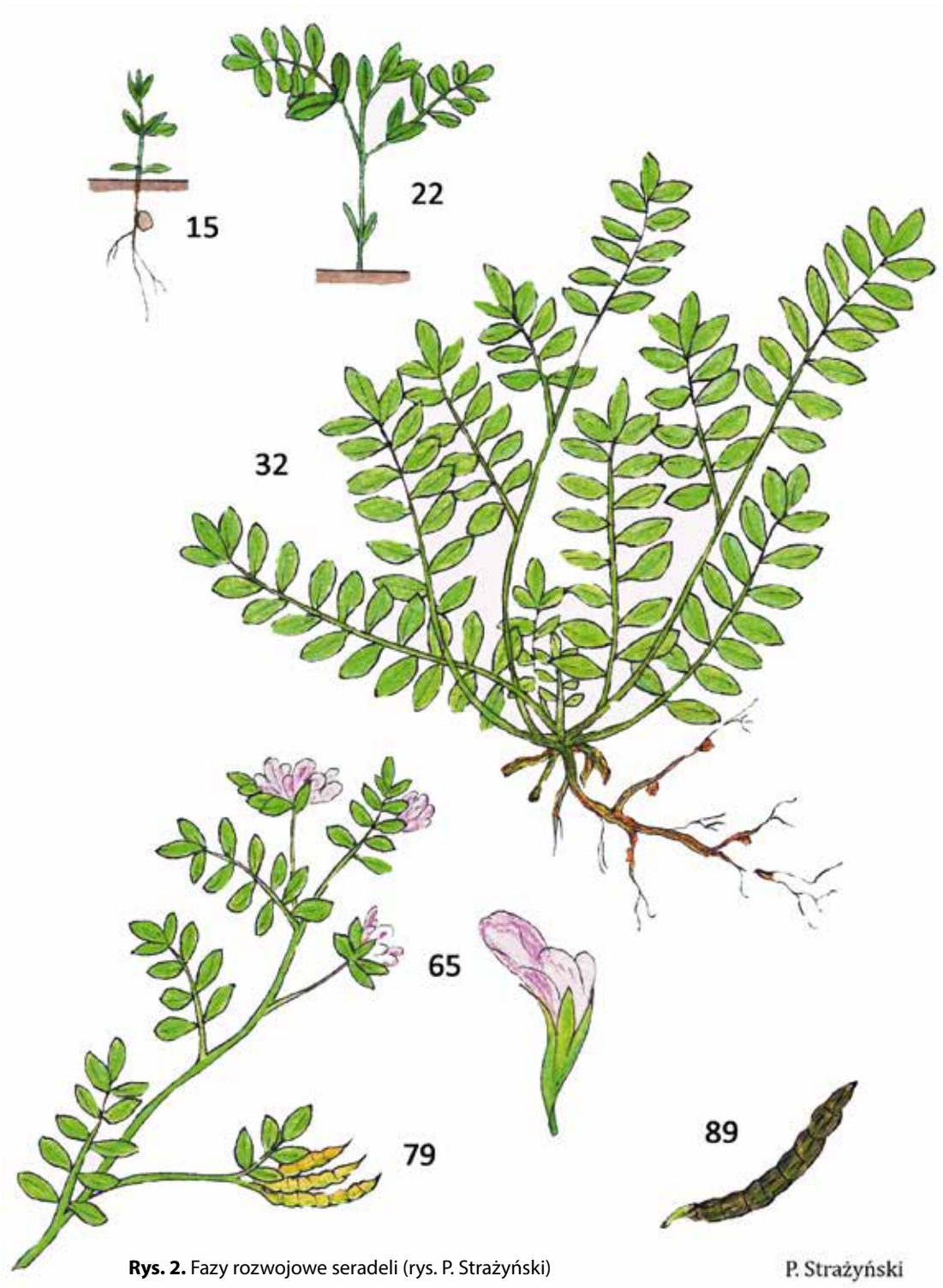
71 Początek rozwoju owoców (strąków)
73 30% owoców (strąków) osiągnęło ostateczną wielkość
75 50% owoców (strąków) osiągnęło ostateczną wielkość
77 70% owoców (strąków) osiągnęło ostateczną wielkość
79 Prawie wszystkie owoce (strąki) osiągnęły ostateczną wielkość

Główna faza rozwojowa 8 : Dojrzewanie nasion

80 Początek dojrzewania i brunatnienia nasion
83 30% nasion dojrzałych o typowym kolorze
85 50% nasion dojrzałych o typowym kolorze
87 70% nasion dojrzałych o typowym kolorze
89 Pełna dojrzałość, wszystkie nasiona dojrzałe i o typowym kolorze

Główna faza rozwojowa 9: Starzenie, początek okresu spoczynku

91 Początek odbarwiania liści
93 Początek opadania liści
95 Koniec opadania liści, rośliny zamierają
99 Zebrane nasiona, okres spoczynku



Rys. 2. Fazy rozwojowe seradeli (rys. P. Strażyński)

15. 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 zastosowana dawka, obszar (lub powierzchnia lub jednostka masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obliguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez 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. 18).

Prowadzona starannie dokumentacja jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania. Ewidencja zabiegów ma także duże znaczenie w przypadku wykonywania zabiegów, w trakcie których mogło dojść do wystąpienia m.in.: zatrucia osób lub pszczół, 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 stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy weryfikacyjnej (tab. 19).

Tabela 18. 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], [l/m^3], [l/t], [kg/ha], [kg/m], [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)

Tabela 19. Przykładowa ogólna lista weryfikacyjna spełnienia 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 (np. 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	❑/❑	❑	
III. Podejmowanie działań w celu minimalizowania zagroażeń 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. Poniżej zamieszczone punkty umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikowanie wypełnienia 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) lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin (lub uprawnień wynikających ze zwolnień w ramach ustawy o środkach ochrony roślin);
- posiadanie dowodów zakupu fabrycznie nowego sprzętu, albo aktualnego protokołu badania technicznego potwierdzającego sprawność techniczną sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin oraz oznaczenia znakiem kontrolnym lub posługiwanie się sprzętem wyłączonym z obowiązku badań;
- posiadanie i prawidłowe prowadzenie dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin;
- stosowanie środków ochrony roślin zgodnie z etykietą w tym z zachowaniem warunków dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego tj. np. zachowania stref ochronnych i 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 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 okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami;
– 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 seradeli siewnej

Lp.	PYTANIA KONTROLNE	Tak / Nie / Nie dotyczy
	Uprawa przedsiewna	
1	Czy na polu zastosowano właściwy płodozmian, np. ziemniaki lub zboża?	❑ / ❑ / ❑
2	Czy zastosowano w miarę możliwości dostateczną izolację przestrzenną od innych upraw bobowatych?	❑ / ❑ / ❑
3	Czy zastosowano bronowanie lub agregat uprawowy w celu ograniczenia siewek chwastów oraz szkodników glebowych?	❑ / ❑ / ❑
	Siew	
4	Czy zastosowano kwalifikowany materiał siewny?	❑ / ❑ / ❑
5	Czy nasiona były zaszczepione nitraginą?	❑ / ❑ / ❑
6	Czy nasiona były zaprawione przeciwko zgorzeli siewek?	❑ / ❑ / ❑
7	Czy siew wykonano w optymalnym terminie i właściwie dobrano normę i parametry siewu w zależności od przeznaczenia seradeli?	❑ / ❑ / ❑
	Nawożenie	
8	Czy stosowano zrównoważone nawożenie po uprzednim bilansie składników pokarmowych i z uwzględnieniem pH gleby oraz obecności bakterii brodawkowych?	❑ / ❑ / ❑
	Chwasty, choroby i szkodniki	
9	Czy zastosowano zabieg herbicydowy bezpośrednio po siewie ?	❑ / ❑ / ❑
10	Czy po wschodach chwastów zastosowano bronowanie w celu ich ograniczenia, jak również poprawy stosunków powietrzno-wodnych?	❑ / ❑ / ❑

Lista kontrolna Integrowanej ochrony seradeli siewnej – cd.

11	Czy prowadzono systematyczne lustracje pod kątem wystąpienia objawów chorób, szczególnie zgorzeli siewek, antraknozy, fuzariozy i mączniaka rzekomego?	❑ / ❑ / ❑
12	Czy prowadzono systematyczne lustracje uprawy pod kątem pojawu szkodników, także z wykorzystaniem żółtych naczyń i tablic lepowych?	❑ / ❑ / ❑
13	Czy ochrona chemiczna była stosowana jako metoda ostateczna z użyciem wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w uprawie seradeli?	❑ / ❑ / ❑
14	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu zwalczania uwzględniono zakres ochrony w poprzednim sezonie (odporność), obecność organizmów pożytecznych i bezpieczeństwo zapylaczy?	❑ / ❑ / ❑
15	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu korzystano z internetowego systemu sygnalizacji agrofagów (PIORiN) lub sygnalizacji agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego IOR–PIB w Poznaniu?	❑ / ❑ / ❑
Zabiegi pożniwne		
16	Czy po zbiorach wykonano głęboką orkę przedzimową?	❑ / ❑ / ❑
Podsumowanie		

15. SPIS LITERATURY

Andrzejewska J. 1993. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. 1. Plony ziarna i słomy zbóż. Zeszyty Naukowe ATR, Bydgoszcz, nr 181, Rolnictwo 33: 61–70.

Andrzejewska J., Albrecht K.A. 2009. Rośliny motylkowate drobnonasienne na pastwiskach. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz, 127 ss.

Andrzejewska J., Ignaczak S. 1996. Wsiewki polonowe seradeli w pszenżyto i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Zeszyty Naukowe ATR, Bydgoszcz, nr 137, Rolnictwo 37: 31–41.

Banaszak J. 1987. Fauna pszczół (Hymenoptera, Apoidea) Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej na przestrzeni półwieku. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria C 36: 67–77.

Batalin M. 1961. Porównanie wartości stanowiska z kostrzewą łąkowa ze stanowiskiem po innych roślinach motylkowatych dla pszenicy jarej na suchej glebie piaszczystej. Pamiętniki Puławskie 2: 25–35.

Benoit D.L., Leroux G., Banville, S. 2003. Influence of carrot/onion/barley cropping sequence on the weed seed bank and field flora in an organic soil in Quebec, Canada. Aspects of Applied Biology 69: 69–75.

Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2013. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 67 ss.

Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. PWN, Warszawa, 593 ss.

Bojarszczuk J., Staniak M., Księżak J. 2013. Ocena zachwaszczenia zbóż ozimych uprawianych w siewie czystym i z wsiewką seradeli (*Ornithopus sativus* L.) w systemie ekologicznym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Tom 13, z. 2 (42): 5–16

Bonciarelli U., Onofri A., Benincasa P., Farneselli M., Guiducci M., Pannacci E., Tosti G., Tei F. 2016. Long-term evaluation of productivity, stability and sustainability forcropping systems in Mediterranean rainfed conditions. European Journal of Agronomy 77: 146–155.

Borecki Z., Schollenberger M. (red.) 2017. Polskie nazwy chorób roślin uprawnych. Wydanie drugie uzupełnione. Polskie Towarzystwo Fitopatologiczne, Poznań, 158 ss.

Ciepielewska D. 1991. Biedronki (Coleoptera, Coccinellidae) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. Polskie Pismo Entomologiczne 61: 129–138.

Czaczyk Z. 2012. Working characteristics of selected flat fan nozzles for protection of field crops. [Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych]. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.

Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. EPPO Bulletin 15: 333– 335.

Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, 6 ss.

Doole G.J., Pannell D.J., Revell C.K. 2009. Economic contribution of French serradella (*Ornithopus sativus* Brot.) pasture to integrated weed management in Western Australian mixed-farming systems: an application of compressed annealing. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 53: 193–212.

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wydanie drugie uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, ISBN 978-83-60573-31-0.

Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.

Dziennik Urzędowy UE L 309 z 24.11.2009 r. 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 r., 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 2002, nr 101, poz. 927. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 czerwca 2002 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o izbach rolniczych.

Dziennik Ustaw 2013, poz. 474. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 26 marca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego.

Dziennik Ustaw 2013, poz. 672. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o swobodzie działalności gospodarczej.

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 12 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 2016a, 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 2016b, 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 2018, poz. 1310. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.

Eyre M.D., Critchley C.N.R., Leifert C., Wilcockson S.J. 2011. Crop sequence, crop protection and fertility management effects on weed cover in an organic/conventional farm management trial. European Journal of Agronomy 34: 153–162.

Farr D.F., Bills G.F., Chamuris G.P., Rossman A.Y. 1989. Fungi on Plants and Plant Products in the United States. APS Press, St. Paul, 1252 ss.

Fiedler Ż. 2007. Organizmy pożyteczne, występowanie, identyfikacja oraz wykorzystanie w integrowanej produkcji w Polsce (D. Sosnowska, red.). ISBN 978-83-89867-22-3, 84 ss.

Fiedler Ż., Sosnowska D. 2008. Metody biologiczne w rolnictwie ekologicznym: s. 167–175. [W]: ,,Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych" (E. Matyjaszczyk, red.), 394 ss.

Fu S.M., Hampton J.G., Williams W.M. 1994. Description and evaluation of serradella (*Ornithopus* L.) accessions. New Zealand Journal of Agricultural Research 37 (4): 471–479.

Godyń A., Doruchowski G. 2009. Poradnik Mycie opryskiwaczy. Publikacja w ramach projektu LIFE05ENV/B/000510, pt:" Szkolenie operatorów opryskiwaczy w celu zapobiegania skażeniom miejscowym", Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 22 ss.

Golenia A., Romankow W. 1974. Choroby i szkodniki roślin motylkowych drobnonasiennych. PWRiL, Warszawa, 275 ss.

Graziani F., Onofri A., Pannacci E., Tei F., Guiducci M. 2012. Size and composition of weed seedbank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. European Journal of Agronomy 39: 52–61.

Gromadziński A., Sypniewski J. 1977. Przydatność różnych roślin do uprawy jako wsiewka poplonowa w żyto na ziarno i po życie ozimym na zielonkę. Pamiętniki Puławskie 68: 93–103.

Guo Y.J., Li G.D., Hayes R.C., Dear B.S., Price A. 2012. Tolerance of the annual legumes *Biserrula pelecinus*, *Ornithopus sativa*, *Trifolium spumosum*, *T. vesiculosum* and *T. subterraneum* to soil acidity. New Zealand Journal of Agricultural Research 55: 1–14.

Harker K.N. 2013. Slowing weed evolution with integrated weed management. Canadian Journal of Plant Science 93: 759–764.

Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Wydawnictwo PWRiL, Warszawa, 333 ss.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2012. Techniki ograniczające znoszenie dla upraw polowych i sadowniczych. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15 listopada 2012. s. 120–137.

Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M., Strażyński P. 2018. Szkodniki i owady pożyteczne w integrowanej ochronie roślin rolniczych. IUNG, Puławy, IOR – PIB, Poznań, 502 ss.

Hosseini P., Karimi H., Babaei S., Mashhadi H.R., Oveisi M. 2014. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. Crop Protection 64: 1–6.

Howieson J.G., O'Hara G.W., Carr S.J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: Developments from an Australian perspective. Field Crop Research 65: 107–122.

Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. Nowoczesne Rolnictwo 5 (8): 46–47.

Jasińska Z., Kotecki A. 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Cz. II. Akademia Rolnicza, Wrocław, 690 ss.

Jaskulski D. 2004. Wpływ wsiewek międzyplonu na produkcyjność ogniwa jęczmień jary-pszenica ozima. Acta Scientarum Polonorum, Agricultura 3 (2): 143–150.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki aplikacji i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 12–13 października 2010, s. 109–116.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2012. Rola techniki i precyzji zabiegów w integrowanych systemach ochrony roślin. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15 listopada 2012, s. 152–160.

Kochman J., Węgorek W. (red.). 1997. Ochrona roślin. Wydanie V. Plantpress, Kraków, 701 ss.

Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2016. Atlas chorób roślin rolniczych. Hortpress Sp. z o.o., 212 ss.

Kozłowski J., Kozłowski R.J. 2003. Zagrożenie rzepaku ozimego przez ślimaki (Gastropoda: Pulmonata) i metody ich zwalczania. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 24 (2): 659–669.

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. PWRiL, Poznań, 639 ss.

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2011. Fitopatologia. Tom 2. Choroby roślin uprawnych. PWRiL, Poznań, 464 ss.

Krzymuski J., Krasowicz S. 1979. Plonowanie roślin strączkowych w poplonach. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 219: 7–15.

Kuźniar T., Ropek D., Kulig B. 2014. Wykorzystanie grzyba owadobójczego *Isaria fumosorosea* do zwalczania szkodników w uprawie bobiku. Proceedings of ECOpole 8 (1): 201–207. DOI:10.2429/proc.2014.8(1)026.

Machado R.G., Enilson L.S.D.S., Suelen O., Murilo D.C., Gilberto D.A., Neemias D.S.S., William R.D.S. 2016. Rhizobia isolation and selection for serradella (*Ornithopus micranthus*) in Southern Brazil. African Journal of Microbiology Research 10: 1894–1907.

Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Wydawnictwo „Wieś Jutra", Warszawa, 211 ss.

Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony, Tom I, PWRiL, Poznań, 153 ss.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. Streszczenia 55 Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – PIB, s. 197–198.

Niewiadomska A., Klama J. 2005. Pesticide side effect on the symbiotic efficiency and nitrogenase activity of *Rhizobiaceae* bacteria family. Polish Journal of Microbiology 54: 43–48.

Obszary tematyczne/Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2010, 2011, 2014, 2016, 2017. GUS.

Pannacci E., Lattanzi B., Tei F. 2017. Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. Crop Protection 96: 44–58.

Paprocki S., Zieliński A., Fordoński G. 1979. Wsiewki i poplony ścierniskowe jako rośliny przedzielające jęczmień jary uprawniany po sobie. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 218: 251–255.

Piątkowski J. 2001. Pożyteczne owady, roztocze i nicienie pomocne w zwalczaniu szkodników. Owoce, Warzywa, Kwiaty 4: 11–13.

Płaza A. 2013. Wpływ wsiewek międzyplonowych na plonowanie ziemniaka jadalnego uprawianego w integrowanym systemie produkcji. Biuletyn IHAR 267: 79–86.

Pruszyński G. 2007. Ochrona entomofauny pożytecznej w integrowanych technologiach produkcji roślinnej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (1): 103–107.

Pruszyński S. (red.). 2016. Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, oddział w Poznaniu, 148 ss.

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, oddział w Poznaniu, 56 ss.

Pruszyński S., Lipa J.J. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (*Coleoptera*, *Coccinellidae*). Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin 12 (2): 99–116.

Pruszyński S., Wolny S. 2009. Dobra praktyka ochrony roślin. Instytut Ochrony Roślin, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, oddział w Poznaniu, Poznań, 56 ss.

Pudełko K., Żarnicka J. 2010. Diversity in symbiotic specificity of bacterial strains nodulating lupins in Poland. Fragmenta Agronomica 2: 50–56.

Skinder Z., Lemańczyk G., Wilczewski E. 2007. Wartość wybranych roślin motylkowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz. 1 Wydajność biomasy i zdrowotność roślin. Acta Scientarum Polonorum, Agricultura 6 (1): 23–33.

Skowronek B. 2015. Technologie uprawy roślin bobowatych, ich rola gospodarcza i znaczenie w płodozmianie. Warmiński Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Olsztynie, 28 ss.

Sobiczewski P. 2009. Bakterie wykorzystywane w produkcji roślinnej. s. 172–213. [W]: „Biotechnologia roślin". Wyd. 2. (S. Malepszy, red.). PWN, 736 ss.

Sosnowska D., Bourne J.M., Kerry B.R. 2001. Rozwój i infekcyjność *Verticillium chlamydosporium* w biologicznym zwalczaniu *Meloidogyne hapla* Chitwood w zależności od różnych temperatur. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 41: 634–637.

Sosnowska D., Fiedler Ż. 2013. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych. [W]: „Integrowana ochrona upraw rolniczych" (M. Mrówczyński, red.). PWRiL, Poznań. Tom I: 45–59.

Staniak M., Bojarszczuk J., Księżak J. 2013. Zachwaszczenie zbóż jarych uprawianych w siewie czystym i z wsiewką seradeli (*Ornithopus sativus* L.) w warunkach gospodarstwa ekologicznego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Tom 13, 2(42): 121–131.

Staniak M., Bojarszczuk J., Księżak J. 2017. Wsiewka seradeli (*Ornithopus sativus* L.) jako element regulacji zachwaszczenia w łanie pszenżyta. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 62 (4): 144–148.

Staniak M., Księżak J., Bojarszczuk J., Fariaszewska A. 2015. Evaluation of four cereals species with undersown serradella. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 60 (4): 89–93.

Strażyński P., Mrówczyński M. (red.). 2016. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji koniczyn dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 142 ss.

Strażyński P., Mrówczyński M. (red.). 2017. Metodyka integrowanej ochrony wyki siewnej i kosmatej dla doradców. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 137 ss.

Strona internetowa: https://www.agrofagi.com.pl/ [dostęp: 15.07.2018]

Strona internetowa: http://www.nawozy.pl/rosliny-niedoceniane-i-niechciane/ [dostęp: 15.07.2018]

Szukała J. 1997. Wpływ sposobu uprawy seradeli na plon nasion. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 446: 291–296.

Szyszko J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 12: 45–57.

Święcicki W. 1972. Seradela. PWRiL, Warszawa, 122 ss.

Tiwari R., Howieson J., Yates R., Tian R., Held B., Tapia R., Han C., Seshadri R., Reddy T.B.K., Huntemann M., Pati A., Woyke T., Markowitz V., Ivanova N., Kyrpides N., Reeve W. 2015. Genome sequence of *Bradyrhizobium* sp. WSM1253; a microsymbiont of *Ornithopus compressus* from the Greek Island of Sifnos. Standards in Genomic Sciences 10: 1–8.

Tomalak M., Lipa J.J., Krawczyk R., Korbas M. 2004. Uwarunkowania stosowania środków ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym – materiały dla doradców. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Radom, 111 ss.

Tratwal A., Strażyński P., Bereś P.K., Korbas M., Danielewicz J., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Nowak B., Kubasik W., Klejdysz T., Węgorek P., Zamojska J., Dworzańska D., Barłóg P. 2018. [W]: Poradnik sygnalizatora ochrony bobowatych drobnonasiennych (A. Tratwal, P. Strażyński, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 215 ss.

Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin", Poznań 14–15 października 2010, 117-124.

Weber Z., Kryczyński S. 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. PWRiL Poznań.

Węgorek P., Korbas M., Zamojska J., Kierzek R., Piszczek J., Pieczul K. 2013. Odporność agrofagów na środki ochrony roślin. s. 87–127. [W]: „Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony", (M. Mrówczyński, red.). PWRiL, 153 ss.

Węgorek P., Zamojska J. Dworzańska D., Korbas M., Danielewicz J., Buchowska-Ruszkowska M., Kierzek R., Matysiak K., Piszczek J., Olejarski P. 2015. Strategia przeciwdziałania odporności słodyszka rzepakowego i stonki ziemniaczanej na insektycydy. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 10 ss.

Wiech K. 1997. Pożyteczne owady i inne zwierzęta. Medix Plus, Poznań, 115 ss.

Wiech K., Bednarek A., Grabowski M., Goszczyński, W. 2001. Ochrona roślin bez chemii. Działkowiec, Warszawa, 120 ss.

Wilczewski E. 2007. Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz. II. Skład chemiczny i akumulacja makroskładników. Acta Scientarum Polonorum, Agricultura 6 (1): 35–44.

Wilczewski E., Skinder Z., Lemańczuk G. 2007. Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz. III. Wpływ następczy dla pszenicy jarej. Acta Scientarum Polonorum, Agricultura 6(1): 45–56.

Zając T. 2003. Seradela pastewna. [W]: „Szczegółowa Uprawa Roślin" (Z. Jasińska, A. Kotecki, red.). Tom II. Wydanie II, Akademia Rolnicza, Wrocław, 690 ss.

Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2017/18. Cz. II. Rośliny rolnicze (P. Olejarski, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 400 ss.

Zgórkiewicz A., Mackiewcz S. 1980. Występowanie chorób grzybowych na saradeli ze szczególnym uwzględnieniem antraknozy (*Colletotrichum trifolii* Bain. et Ess.) i fuzarioz w zależności od warunków agrotechnicznych. Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin XXII (1): 27–105.

ISBN 978-83-64655-43-2