INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony

prosa

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

prosa

dla doradców

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

Program Wieloletni na lata 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. Wojciecha Kubasika, dr. inż. Przemysława Strażyńskiego
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:
dr hab. Katarzyna Panasiewicz (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Autorzy opracowania:
dr Wojciech Kubasik[1]
dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
prof. dr hab. Marek Korbas[1]
dr Ewa Jajor[1]
dr hab. Jerzy Grabiński[2]
prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
dr Piotr Nieróbca[2]
prof. dr hab. Grażyna Podolska[2]
dr inż. Przemysław Strażyński[1]
mgr inż. Józef Zych[3]
dr hab. Roman Krawczyk[1]
dr hab. Roman Kierzek[1]
dr hab. Kinga Matysiak[1]
dr inż. Tomasz Klejdysz[1]
dr Katarzyna Nijak[1]
prof. dr hab. Paweł Węgorek[1]
dr Joanna Zamojska[1]
mgr Daria Dworzańska[1]

[1]Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[2]Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy
[3]Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

Autorzy zdjęć:
Paweł K. Bereś, Roman Kierzek, Tomasz Klejdysz, Marek Korbas,
Roman Krawczyk, Wojciech Kubasik, Katarzyna Nijak, Henryk Ratajkiewicz,
Przemysław Strażyński

Korekta redakcyjna:
Zakład Transferu Wiedzy i Upowszechniania

ISBN 978-83-64655-47-0

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

Ark. wyd. 10,1
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 8

   2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin 8
   2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych 10

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PROSA 17

   3.1. Stanowisko 17
   3.2. Przygotowanie gleby 17
   3.3. Zintegrowany system nawożenia 18
   3.4. Siew prosa 20

4. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE PROSA 21

5. REGULACJA ZACHWASZCZENIA 24

   5.1. Najważniejsze gatunki chwastów 24
   5.2. Integrowane metody zwalczania chwastów 29

6. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB 35

   6.1. Najważniejsze choroby 35
   6.2. Niechemiczne metody ochrony 39
      6.2.1. Metoda hodowlana 39
      6.2.2. Metoda agrotechniczna 39
      6.2.3. Metoda biologiczna 39
   6.3. Chemiczne metody ochrony 39

7. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI 40

   7.1. Najważniejsze gatunki szkodników 41
   7.2. Niechemiczne metody ochrony 51
   7.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 52
   7.4. Chemiczne metody ochrony 53
   7.5. Systemy wspomagania decyzji 54

8. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH 55

9. OCHRONA OWADÓW ZAPYLAJĄCYCH 63

10. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIK STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 68
10.1. Przechowywanie środków ochrony roślin 68
10.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin 69
10.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu 77
11. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU 83
12. SZKODNIKI MAGAZYNOWE PROSA 84
12.1. Najważniejsze gatunki szkodników w magazynach prosa 84
12.2. Ograniczenie strat powodowanych przez szkodniki magazynowe 89
12.3. Zwalczanie szkodników magazynowych 90
13. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE I PTAKI 91
14. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN 96
14.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 96
14.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin 101
14.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 106
15. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY PROSA 107
16. FAZY ROZWOJOWE PROSA 114
17. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN 118
18. LITERATURA 124

1. WSTĘP

Proso zwyczajne (*Panicum miliaceum* L.) należy do najstarszych roślin uprawianych przez człowieka. Przypuszcza się, że zostało ono udomowione na terenie dzisiejszych Chin około 10 000 lat temu, kiedy to suche warunki panujące we wczesnym holocenie sprzyjały uprawie tego gatunku zboża. Z Chin uprawa prosa rozprzestrzeniła się na tereny dzisiejszej Rosji i Indii oraz Bliskiego Wschodu i Europy (Lu i wsp. 2009). Ostatnie badania wskazują, że umiejętność uprawy prosa w sposób kluczowy przyczyniła się do przejścia naszych prehistorycznych przodków z koczowniczo-łowieckiego na osiadły, rolniczy tryb życia.

Obecnie proso rośnie dziko w wielu miejscach świata, w strefach sprzyjającego klimatu (ciepłego i suchego), m.in. w Azji, Australii, południowej Afryce i w Meksyku. W Polsce pojawia się stosunkowo rzadko jako efemerofit.

Wartość kaloryczna prosa jest zbliżona do ryżu, zawiera ono jednak prawie dwa razy więcej białka i tłuszczu (tab. 1).

W latach 30. XX wieku w Polsce proso uprawiano na powierzchni około 150 tys. ha. Po wojnie areał uprawy tego gatunku w kraju systematycznie malał i na początku XXI wieku proso uprawiano na niewielkiej powierzchni, nie przekraczającej kilku tysięcy hektarów. Po wejściu Polski do Unii Europejskiej (UE) nastąpił wyraźny wzrost zainteresowania uprawą prosa. Według FAO w roku 2013 proso uprawiano w Polsce na powierzchni 32 tys. ha. Jednak w ostatnich latach areał uprawy prosa ponownie zmalał, w roku 2017 wynosił on, według danych GUS, około 17 tys. ha.

Tabela 1. Właściwości odżywcze prosa w porównaniu z łuskanym ryżem (w %)

Roślina	**Białka**	**Węglowodany**	**Tłuszcze**	**Błonnik**	**Minerały**	**Wapń**	**Fosfor**	**Wartość kaloryczna**
Proso zwyczajne *Panicum milliaceum*	13,4	72,3	1,8	0,1	1,07	0,01	0,2	341
Ryż siewny (łuskany) *Oryza sativa*	7,5	76,7	1,8	0,3	1,6	0,01	0,17	348

Źródło: Kajuna 2011

Argumentem przemawiającym za zwiększeniem areału prosa w Polsce są zachodzące zmiany klimatyczne – jest to zboże ciepłolubne i wysoce odporne na suszę. Dodatkowo utrzymująca się moda na tzw. „zdrową żywność", uzyskiwaną dzięki ograniczonemu zużyciu środków ochrony roślin i nawozów mineralnych, promuje jeden z głównych produktów wytwarzanych z prosa – kaszę jaglaną (tzw. „jagły"), mającą znakomite właściwości prozdrowotne. Zawiera ona dużo łatwo przyswajalnego białka, ma bardzo wysoką zawartość witamin z grupy B oraz mikroelementów. Jest lekkostrawna i nie zawiera glutenu, a zatem może być wykorzystywana przez chorych na celiakię.

Plewy prosa jako produkt odpadowy przy przerobie, stanowią objętościową paszę dla zwierząt. Ziarno w żywieniu drobiu dorównuje wartością paszową ziarnu pszenicy, a kasza jaglana ma zastosowanie w żywieniu młodych kurcząt, papug, kanarków i gołębi. Słoma natomiast ma wyższą wartość paszową od słomy innych zbóż jarych i dorównuje wartością średniemu sianu (Ruszkowski 1974).

Przeszkodę w zwiększeniu areału uprawy prosa mogą jednak stanowić uwarunkowania ekonomiczne, głównie niskie ceny skupu spowodowane napływem taniego prosa z importu.

Obowiązek uprawy roślin, w tym prosa, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony wszedł w życie w Unii Europejskiej z początkiem 2014 roku. Niniejsze opracowanie ma służyć pomocą rolnikom i doradcom w ich wdrażaniu w produkcji prosa niezależnie od jego przeznaczenia. W integrowanej ochronie roślin pierwszeństwo mają metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), a gdy okażą się one niewystarczające, wówczas można zastosować metodę chemiczną. Procedura zastosowania chemicznego środka wymaga jednak spełnienia pewnych ściśle określonych warunków, jak np.: podjęcie decyzji o przeprowadzeniu zabiegu o analizę ekonomiczną przewidywanej, potencjalnej straty plonu na podstawie prawidłowej diagnostyki agrofaga i oceny progu jego szkodliwości; fachowego przygotowania osoby wykonującej zabieg chemiczny; urzędowego certyfikatu sprawności technicznej opryskiwacza; 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.

Opracowanie jest podstawą do działania rolników uprawiających proso. Dzięki informacjom zawartym w poszczególnych rozdziałach łatwiej będzie można sprostać wymaganiom, które powinny być spełnione w toku produkcji.

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 lub antagonistów agrofagów oraz ich biologii;

– wiedzy o wymaganiach i rozwoju 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;
– wykonywania obserwacji polowych;
– 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.

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.pzh.gov.pl – Państwowy Zakład Higieny – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego
www.coboru.pl – Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych
www.iung.pulawy.pl – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
www.imgw.pl – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
www.cdr.gov.pl – Centrum Doradztwa Rolniczego

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY

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. Integrowana ochrona 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 zasad higieny (np. regularne czyszczenie maszyn i sprzętu), aby zapobiec rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych;
- ochronę i stwarzanie warunków do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. poprzez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

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

oparte na solidnych podstawach naukowych 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 warunków pogodowych.

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

Stosowane środki ochrony roślin muszą być jak najbardziej ukierunkowane na osiągnięcie danego celu i powodować jak najmniej skutków ubocznych dla zdrowia ludzi i organizmów niebędących celem zwalczania, a także dla środowiska. Użytkownik profesjonalny powinien ograniczyć stosowanie pestycydów i inne formy interwencji do niezbędnego minimum. Można to osiągnąć przez np. zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc jednak pod uwagę to, czy można zaakceptować dany poziom zagrożenia roślin i czy interwencje te nie zwiększają ryzyka rozwoju odporności organizmów szkodliwych. Jeśli wiadomo, że istnieje ryzyko powstania odporności na dany preparat, a nasilenie występowania organizmów szkodliwych wymaga wielokrotnego stosowania pestycydów w 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, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym

z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych upraw, obejmujące metody agrotechniczne, biologiczne i chemiczne, ze szczególnym uwzględnieniem wspomagania naturalnych procesów samoregulacji zachodzących w agrocenozach. Większe znaczenie niż w tradycyjnych systemach ochrony roślin przed agrofagami będą miały metody niechemiczne, czyli agrotechniczna i biologiczna. Jednym z elementów wykorzystywanych w integrowanej ochronie roślin jest prawidłowy płodozmian. Istotna jest też uprawa odmian odpornych i tolerancyjnych oraz wprowadzanie do praktyki rolniczej alternatywnych form uprawy, takich jak siew mieszanek odmian i gatunków, pozwalających na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska rolniczego, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. Metodyki te powinny także wskazywać najefektywniejsze i bezpieczne techniki aplikacji środków ochrony roślin. 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. dotyczącej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009 r., 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 przeprowadzania 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. Oznacza to, że 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. 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, przestrzegania optymalnych terminów, stosowania właściwej agrotechniki, nawożenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, a 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, przepisy dotyczące ochrony roślin oraz podstawowe zasady integrowanej ochrony znajdują się na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi 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.

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 ich etykietą ponieważ może zawierać dodatkowe warunki ograniczające możliwości ich 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 odległości co najmniej 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych.

Środki ochrony roślin po ich zakupieniu, jak również te 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 5 maja 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych (Dz.U. 2005 nr 88, poz. 752);
– z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz.U. z 2013 r. poz. 625) oraz w poszczególnych etykietach środków ochrony roślin.

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

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

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

Ponadto magazyn do przechowywania środków ochrony roślin, który obsługują pracownicy należy 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;
- apteczkę zawierającą 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 nie zaprawionych środkami ochrony roślin;
- przedmiotów osobistego użytku;
- materiałów pędnych i łatwo palnych.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej:
- nazwę zastosowanego środka ochrony roślin;
- czas i dawkę zastosowania;
- obszar lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin.

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

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

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

Zagadnienia związane ze sprzętem do stosowania środków ochrony roślin uregulowane zostały rozporządzeniami Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia:
- 5 maja 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz.U. z 2016 r., poz. 760);
- 7 czerwca 2016 r. w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz.U. z 2016 r., poz. 924).

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PROSA

3.1. Stanowisko

Proso można wysiewać zarówno na glebach bardzo dobrych, jak i na słabszych. Należy tylko unikać siewu tego gatunku na glebach zimnych i podmokłych oraz na bardzo przepuszczalnych. Ważne jest, aby odczyn gleby był zbliżony do obojętnego (pH 6–6,5). Podobnie jak w przypadku pozostałych gatunków roślin zbożowych, najwyższe plony prosa otrzymuje się na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego i dobrego, ale zadowalające wyniki daje również uprawa prosa na kompleksie żytnim słabym, jednak o wysokiej kulturze i dostatecznej zasobności w wodę. Stosunkowo dobre plony można uzyskać uprawiając proso na nowinach i torfach, ale warunkiem jest dodatkowe nawożenie siarczanem miedzi.

Podobnie jak i dla innych roślin zbożowych najlepszymi przedplonami dla prosa są bobowate (drobno- i grubonasienne), okopowe na oborniku, kukurydza ale dobre warunki do wzrostu może mieć proso także po zbożach, uprawianych nie później niż 3 lata po oborniku.

Ze względu na termin siewu możliwa jest uprawa prosa po poplonach ozimych, np. z żyta ozimego, chociaż w lata z małą ilością opadów wprowadzenie dużej masy poplonu może być przyczyną sporych zaburzeń we wzroście roślin prosa w początkowych stadiach jego rozwoju.

Dodatkowo, każde stanowisko pod proso powinno być oceniane pod względem potencjalnych możliwości wystąpienia chwastów. Należy unikać wysiewania prosa na polach, na których w poprzednich sezonach chwasty zwalczano mało intensywnie. Pola, na których masowo występują chwasty prosowate, a w szczególności chwastnica jednostronna należy raczej wykluczyć.

3.2. Przygotowanie gleby

Przed zimą powinna być wykonana głęboka orka zimowa pozostawiająca glebę w ostrej skibie do wiosny. Po roślinach bobowatych (motylkowych) i zbożach należy przeprowadzić podorywkę, a następnie kultywatorowanie z bronowaniem w celu zniszczenia chwastów krótkotrwałych i rozłogowych. Po roślinach okopowych można ograniczyć uprawę do wykonania orki przedzimowej. Wiosną, po obeschnięciu roli zaleca się włókowanie w celu ograniczenia parowania

wody oraz przyspieszenia kiełkowania nasion chwastów. Następnie należy wykonać bronowania niszczące chwasty. Ilość tych zabiegów powinna zależeć od stanu zachwaszczenia pola. Przed siewem można wykonać kultywatorowanie lub płytką orkę połączoną z bronowaniem. Można ten zabieg wykonać za pomocą agregatów, wtedy jakość przygotowanej roli do siewu będzie najlepsza. Nasiona prosa są bardzo drobne i dlatego pole musi być przed siewem dobrze wyrównane i bez brył.

W przypadku, kiedy wschody przedłużają się (niska temperatura gleby i powietrza) lub przed wzejściem prosa wystąpi zaskorupienie roli, należy wykonać bronowanie powierzchni pola broną średnią. Po wschodach, do pielęgnacji, wskazane jest stosowanie pielenia wykonanego za pomocą pielników wielorzędowych. Zabiegi te mają na celu niszczenie wschodzących chwastów oraz skorupy glebowej. Można je wykonywać aż do momentu zakrycia międzyrzędzi. Liczba tego typu zabiegów powinna zależeć od stopnia zachwaszczenia plantacji. Pierwszy zabieg wykonuje się zwykle w fazie 2–3 liści roślin prosa, a następny powtarza się po około 12–15 dniach (Ruszkowski 1974; Nieróbca 1996).

3.3. Zintegrowany system nawożenia

Podstawą dobrego wykorzystania składników pokarmowych przez proso jest odpowiednie pH gleby. Zasady regulacji odczynu gleby poprzez stosowanie odpowiednich dawek wapna w zależności od grupy agronomicznej gleby podano w tabeli 2.

Ze względu na krótką wegetację (80–115 dni) proso źle wykorzystuje składniki pokarmowe z nawozów zielonych oraz obornika. Dlatego, jeśli mimo to proso zostanie na takim stanowisku posiane, należy w bilansie składników uwzględnić niski poziom ich wykorzystania i tym samym zastosować odpowiednio wysokie dawki nawozów mineralnych (tab. 3).

Fosfor i potas należy zastosować wiosną przed siewem. Najlepiej przed zabiegami mieszającymi glebę np. kultywatorowaniem.

Tabela 2. Optymalne dawki nawozów wapniowych w t CaO/ha

Gleby	Potrzeby wapnowania			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Bardzo lekkie	3,0	2,0	1,0	–
Lekkie	3,5	2,5	1,5	–
Średnie	4,5	3,0	1,7	1,0
Ciężkie	6,0	3,0	2,0	1,0

Tabela 3. Dawki nawozów mineralnych w uprawie prosa w zależności od zasobności gleby i przedplonu

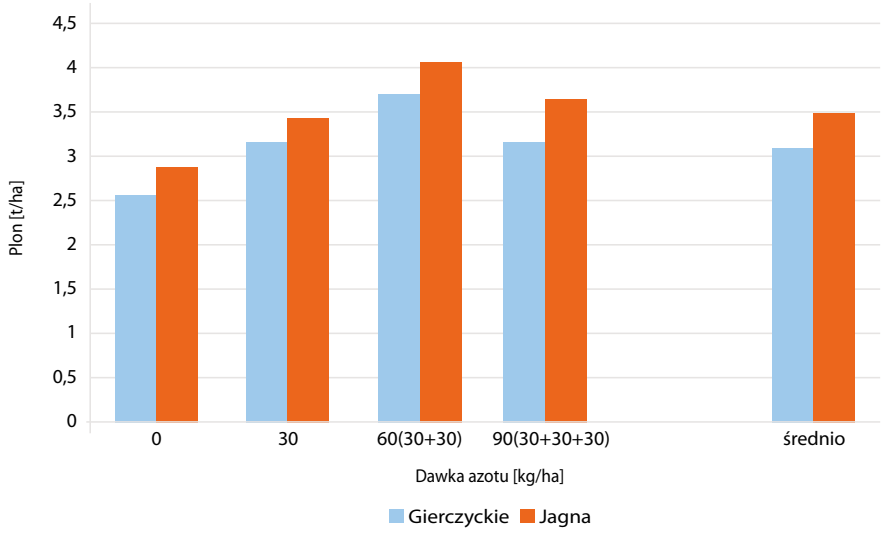
Składnik pokarmowy	Dawka w kg/ha na glebie	
	mało zasobnej, przedplon słaby	zasobnej, przedplon dobry
N P_2O_5 K_2O	40–50 36–40 40–60	80–140 50–90 60–100
Stosunek N : P : K	1 : 1 : 1	1 : 0,7 : 0,8

Źródło: IUNG, 1996

Azot powinien być wniesiony do gleby w dwóch dawkach:
- 50–60% przed siewem,
- 40–50% w fazie krzewienia po odchwaszczeniu.

Zwykle optymalna dawka azotu pod proso mieści się w granicach 60–70 kg N/ha. Potwierdzają to także badania Chrzanowskiej-Drożdż i Kaczmarka (2007) przeprowadzone na glebie zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego, w których proso wykorzystywało efektywnie dawki do 60 kg N/ha, natomiast dawka wyższa (90 kg N/ha) powodowała już tylko wzrost zawartości białka w nasionach (rys. 1). Na glebach próchniczych po roślinach bobowatych i okopowych, na oborniku można znacząco obniżyć dawkę azotu.

Rys. 1. Plonowanie prosa w zależności od dawki azotu i odmiany w t/ha (Chrzanowska-Dróżdż i Kaczmarek 2007)



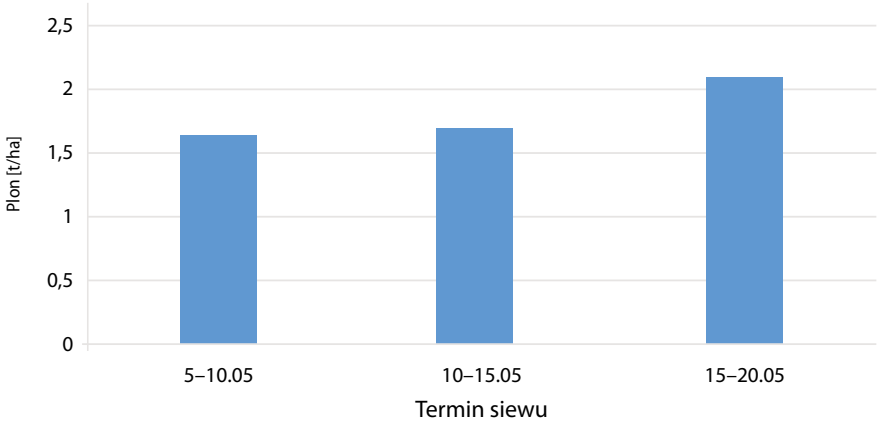
3.4. Siew prosa

Ważnym warunkiem uzyskania wysokich plonów prosa jest dobrej jakości materiał siewny, który powinien charakteryzować się:
- wysoką zdolnością kiełkowania (90–95%);
- dobrą zdrowotnością i czystością;
- odpowiednio dużym ciężarem 1 000 ziaren.

Termin siewu wpływa w dużym stopniu na plon ziarna prosa. Najwyższe plony tego gatunku uzyskuje się przy wysiewie w terminie 15–25 maja. Siewy wcześniejsze (koniec kwietnia – początek maja) wydłużają okres od siewu do wschodów, co sprzyja nadmiernemu zachwaszczeniu plantacji, a poza tym zwiększają niebezpieczeństwo zniszczenia zasiewu przez przymrozki. Siewy późniejsze (I, II dekada czerwca) powodują skrócenie okresu wegetacji, co ogranicza produktywność kwiatostanów prosa (rys. 2) (Nieróbca 1996; Sazońska 2017).

Nie ma opracowanych informacji na temat optymalnej obsady roślin prosa w zależności od warunków glebowych. Wyrażona masą ilość wysiewu tego gatunku określana jest w granicach 8–20 kg/ha. Tak szeroki przedział dla ilości wysiewu wynika w pewnym stopniu z różnic między odmianami w masie tysiąca nasion oraz w ich zdolności do krzewienia. Zbyt rzadkie zasiewy sprzyjają zachwaszczeniu i dają niski plon ziarna, natomiast zbyt gęste zwiększają wyleganie. Rozstawa rzędów w przypadku pielęgnacji międzyrzędowej musi wynosić 25–30 cm (a nawet więcej). Natomiast jeżeli takiej pielęgnacji nie zakłada się, to rozstawa powinna być podobna jak dla zbóż podstawowych, tj. 11–13 cm. Głębokość siewu na glebach ciężkich i w optymalnych warunkach uprawy powinna wynosić 1–2 cm, na średnich 2–3 cm, a na lekkich i przesuszonych nawet 4 cm (Sazońska 2017).

Rys. 2. Plonowanie prosa w zależności od terminu siewu w t/ha (Ruszkowski 1974)



4. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE PROSA

Od 1 maja 2014 roku, proso nie figuruje już w Krajowym Rejestrze (KR), a tym samym żadna jego odmiana. Powodem jest fakt, że w Unii Europejskiej proso nie znajduje się w wykazie gatunków, których odmiany wpisuje się do krajowych rejestrów. Dalszą konsekwencją tego rozwiązania jest również brak możliwości pojawienia się odmian prosa we Wspólnotowym katalogu odmian roślin rolniczych (CCA). Umieszczenie odmiany w CCA pozwala na ocenę polową plantacji nasiennych danej odmiany we wszystkich krajach UE, a przede wszystkich legalny obrót (handel) kwalifikowanym materiałem siewnym w całej Unii Europejskiej. Obecnie krajowe odmiany prosa nie mogą być objęte urzędową kwalifikacją prowadzoną przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN) i tym samym nie mogą uzyskać urzędowego świadectwa, potwierdzającego tożsamość odmian oraz parametry materiału siewnego. Sytuacja ta znacznie utrudnia lub wręcz uniemożliwia eksport materiału siewnego. Z tego względu polskie firmy hodowlano-nasienne przez lata dążyły do zmiany prawodawstwa w tym zakresie. Sytuację zmieniła nowelizacja ustawy z dnia 9 listopada 2012 r. o nasiennictwie, która dopuszcza rejestrację odmian „należących do gatunku tradycyjnie uprawianego na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej i posiadającego różne kierunki użytkowania, a także znaczenie dla ukształtowania krajobrazu i zrównoważonego rolnictwa". Decyzję czy gatunek należy do tradycyjnie uprawianych w Polsce podejmuje dyrektor Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Pierwszym gatunkiem, w którym pierwsze odmiany tradycyjne wpisano do Krajowego rejestru była gryka. Proso jest również gatunkiem tradycyjnie uprawianym w naszym kraju, a informacja o powierzchni jego uprawy jest corocznie podawana przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) – prawie 17 tys. ha w roku 2017.

W odróżnieniu jednak od gatunków, których odmiany są wpisywane do KR na zasadach ogólnych [spełniają wymagania odnośnie odrębności, wyrównania i trwałości (OWT) oraz zadowalającej wartości gospodarczej (WGO)], o tyle odmiany tradycyjne muszą spełniać tylko wymogi OWT.

Do 30 kwietnia 2004 roku w Krajowym Rejestrze znajdowały się dwie polskie odmiany prosa: Gierczyckie i Jagna. Obie odmiany są dotychczas zachowywane i materiał siewny znajduje się w ofercie zachowujących je firm. Charakterystykę najważniejszych właściwości odmian przedstawiono na podstawie badań OWT wykonanych przez COBORU. Odmiany te nie były nigdy wspólnie badane w doświadczeniach WGO w COBORU, gdyż odmiana Jagna została wpisana do

KR tylko na podstawie badań OWT (ówcześnie dla gatunków roślin rolniczych o mniejszym znaczeniu gospodarczym prawo nasienne nie przewidywało badań WGO przed rejestracją). Z uwagi na małe znaczenie tego zboża w naszym kraju, w najbliższej przyszłości nie należy oczekiwać nowych odmian wyhodowanych przez polskich hodowców.

Gierczyckie – odmiana wpisana do KR w roku 1956, uznana za niewpisaną w roku 2004. Rośliny tej odmiany posiadają rozpierzchłą, długą, luźną, lekko nachyloną wiechę. Są również dość podatne na wyleganie. Ziarno tej odmiany prosa jest żółte, o dużej zawartości włókna. Termin dojrzewania średnio-wczesny. Plenność dobra. Zachowującym odmianę jest Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego Sp. z o.o.

Jagna – odmiana wpisana do KR w roku 2000, uznana za niewpisaną w roku 2004, zgłoszona o wpis do Krajowego Rejestru jako tradycyjna w listopadzie 2018 roku. Po spełnieniu wymogów odnośnie OWT, wkrótce może być wpisana do KR jako tradycyjna, a tym samym możliwa będzie produkcja kwalifikowanego materiału siewnego tej odmiany.

Rośliny tej odmiany mają siewki o słabym antocyjanowym zabarwieniu pochewki kiełkowej oraz bardzo krótkie źdźbło z małą liczbą pędów bocznych. Wiecha jest krótka, owalna, zbita. Ziarno jasnożółte, z połyskiem, zbite, o małej zawartości włókna. W porównaniu z roślinami odmiany Gierczyckie termin dojrzewania roślin odmiany Jagna jest kilka do kilkanaście dni późniejszy, natomiast masa 1 000 ziaren większa o 1–2 g. Plenność bardzo dobra. Zachowującym odmianę jest Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR.

Charakterystykę odmian przedstawiono w tabeli 4.

Okres wegetacji prosa trwa 80–115 dni i jest w dużej mierze zależny od odmiany, warunków klimatycznych i glebowych oraz nawożenia. Wiązkowy system korzeniowy prosa zwykle rozmieszczony jest w warstwie gleby na głębokości do 40–50 cm, jednak pojedyncze korzenie mogą sięgać 1 m. Ma on większą niż inne zboża zdolność wykorzystywania wody na glebach suchych. Źdźbło osiąga długość 0,75–1,5 m i rozkrzewia się od 1 do 5 pędów w zależności od właściwości odmianowych i siedliskowych.

Proso można uprawiać we wszystkich rejonach naszego kraju. Jednak ze względu na duże wymagania termiczne, stosunkowo najlepszych efektów można oczekiwać przy uprawie prosa w rejonach Polski południowej. Natomiast najmniej wskazane do uprawy prosa są rejony północne o stosunkowo chłodniejszym klimacie i mniejszym nasłonecznieniu, gdzie uzyskiwanie wysokich plonów może być utrudnione, zarówno ze względu na niekorzystne warunki termiczne wiosną, jak i jesienią w czasie zbiorów.

Tabela 4. Charakterystyka odmian prosa

Cecha	Odmiana	
	Gierczyckie	**Jagna**
Długość wiechy (cm)	21	16
Masa ziarna z 1 wiechy (g)	1,8	2,6
Masa 1 000 ziaren (g)	6,1	7,5
Liczba wiech (m^2)	272	196
Wyleganie (skala 9°)	5	9
Długość okresu wegetacji (dni)	110	123
Zawartość białka (%)	11,5	11,3
Zawartość włókna (%)	12,9	7,8
Zawartość tłuszczu (%)	4,2	3,9

5. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

Chwasty są nieodłącznym elementem agrocenoz, a występujące w glebie ich diaspory (nasiona, kłącza, rozłogi, cebulki) są główną przyczyną zachwaszczenia. Chwasty konkurują z roślinami prosa o składniki odżywcze, wilgoć w glebie i światło. Gdy są ograniczane w ramach któregoś z czynników, skutkuje to zmniejszeniem plonów, gorszą jakością ziarna i zwiększonymi kosztami produkcji. Wielkość strat zależy od charakteru i intensywności zachwaszczenia oraz czasu jego trwania, jak i warunków środowiskowych (Mishra 2015). Jednakże zrównoważone występowanie chwastów jako roślinności towarzyszącej roślinom uprawnym pełni pożyteczne funkcje, stanowiąc element krajobrazu, jak i ma wpływ na rozwój licznych stworzeń żywych (w tym organizmów pożytecznych), przyczyniając się do rozwoju bioróżnorodności siedliska (Capinera 2005). W integrowanej ochronie roślin regulacja zachwaszczenia powinna być oparta na przyjaznym dla środowiska systemie długoterminowych działań w oparciu o dostępną wiedzę i narzędzia, aby pod względem ekonomicznym i środowiskowym rośliny uprawne były wolne od ujemnego wpływu zachwaszczenia. O zachwaszczeniu mówimy wtedy, gdy chwasty występują w ilości lub w masie, która w sposób bezpośredni lub pośredni prowadzi do strat ekonomicznych. Straty ekonomiczne w następstwie zachwaszczenia wynikają z obniżenia jakości lub ilości plonu, ubożenia wartości lub wzrostu pracochłonności i energochłonności produkcji.

5.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Z jednorocznych chwastów dwuliściennych uprawę prosa często zachwaszcza komosa (*Chenopodium* L.) (fot. 1 i 2). Gdy występuje od początku wegetacji, może przyczynić się do utrudnień podczas zbioru przez zatykanie sit kombajnu oraz może być źródłem zwiększenia wilgotności plonu. Komosa jest bardzo zmiennym morfologicznie rodzajem, doskonale adaptującym się w zasiewach upraw jarych. Dobrze uprawione i żyzne gleby zasobne w azot sprzyjają rozwojowi tego gatunku. W uprawach prosa najczęściej występuje komosa biała (*Chenopodium album* L.). W obrębie tego rodzaju rzadziej spotykanymi gatunkami o mniejszej konkurencyjności są: komosa zielona (*Chenopodium suecicum* Murr), komosa wielonasienna (*Chenopodium polyspermum* L.*)* oraz komosa murowa (*Chenopodium murale* L.) (Krawczyk 2014).

Późniejszy termin siewu sprzyja zachwaszczeniu gatunkami chwastów o wyższych wymaganiach termicznych podczas kiełkowania. Z chwastów jednoliściennych są to rodzaje i gatunki takie jak: chwastnica jednostronna [*Echinochloa*

crus-galli (L.) P. Beauv.] (fot. 3, 4, 5), włośnica (*Setaria* spp.), palusznik (*Digitaria* spp.), a z gatunków dwuliściennych: poziewnik (*Galeopsis* spp.), szarłat szorstki (*Amaranthus* spp.) i żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.) (Krawczyk 2014). Najważniejsze gatunki chwastów i ich aktualne znaczenie w uprawie prosa zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Najważniejsze gatunki chwastów

Gatunek	Znaczenie
Bodziszek (*Geranium* spp.)	+
Bylica pospolita (*Artemisia vulgaris*)	+
Chaber bławatek (*Centaurea cyanus*) (fot. 6)	+
Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)	+++
Czerwiec roczny (*Scleranthus annuus*)	++
Dymnica pospolita (*Fumaria officinalis*)	+
Fiołki (*Viola* spp.)	++
Gorczyca polna (*Sinapis arvensis*)	++
Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)	+
Iglica pospolita (*Erodium cicutarium*)	+
Jasnoty (*Lamium* sp.)	+
Komosa (*Chenopodium* spp.)	+++
Mak polny (*Papaver rhoeas*)	+
Maruna nadmorska bezwonna (*Matricaria maritima* L. subsp. *inodora*)	++
Mlecze (*Sonchus* spp.)	+
Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) (fot. 2)	++
Perz właściwy (*Elymus repens*) (fot. 5)	+++
Powój polny (*Convolvulus arvensis*)	+
Poziewnik szorstki (*Galeopsis tetrahit*)	++
Przetaczniki (*Veronica* spp.)	+
Przytulia czepna (*Galium aparine*)	+
Rdest ptasi (*Polygonum aviculare*)	+
Rdest szczawiolistny (*Polygonum lapathifolium*)	++
Rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus*)	++

Tabela 5. Najważniejsze gatunki chwastów – cd.

Gatunek	Znaczenie
Rumian polny (*Anthemis arvensis*)	++
Rumianek pospolity (*Chamomilla recutita*)	+
Rzodkiew świrzepa (*Raphanus raphanistrum*)	++
Samosiewy rzepaku (*Brassica napus*)	++
Skrzyp polny (*Equisetum arvense*)	++
Sporek polny (*Spergula arvensis*)	+
Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*)	+
Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)	+
Tobołki polne (*Thlaspi arvense*)	+
Włośnica sina (*Setaria glauca*)	+
Włośnica zielona (*Setaria viridis*)	++
Wyka drobnokwiatowa (*Vicia hirsuta*)	++
Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora*)	++

+++ szkodliwość bardzo duża; ++ szkodliwość duża; + szkodliwość niska lub o znaczeniu lokalnym

Fot. 1. Zachwaszczenie komosą (fot. R. Krawczyk)

Fot. 2. Komosa i ostrożeń w fazie strzelania w źdźbło prosa (fot. R. Krawczyk)

Fot. 3. Pojedyncza wiecha chwastnicy jednostronnej w prosie (fot. R. Krawczyk)

Fot. 4. Plantacja „zagłuszona" chwastnicą jednostronną (fot. R. Krawczyk)

Fot. 5. Perz i chwastnica w prosie (fot. R. Krawczyk)

Fot. 6. Zachwaszczenie zdominowane chabrem bławatkiem (fot. R. Krawczyk)

5.2. Integrowane metody zwalczania chwastów

Proso (*Panicum miliaceum* L.) jest gatunkiem występującym w wielu regionach świata i w obrębie tego gatunku występuje niezwykle duża zmienność cech (Cavers i Kane 2016). Wzrost powierzchni upraw prosa występować będzie szczególnie tam, gdzie zmiana klimatu sprzyja uprawom krótkookresowym uprawianym w suchszych warunkach (Anderson i Greb 1987; Cavers i Kane 2016). Proso początkowo rośnie powoli i w pierwszych tygodniach rozwoju stosunkowo słabo konkuruje z chwastami, które pozbawiają roślinę uprawną ważnych składników odżywczych i wilgoci, co może skutkować znacznym obniżeniem plonu ziarna. Dlatego zwalczanie chwastów w początkowym okresie wzrostu uważane jest za niezbędne dla optymalizacji wydajności upraw prosa (Baltensperger 1996; Lyon i wsp. 2008; Mishra 2015; Das i Padmaja 2016). W fazie strzelania w źdźbło, po osiągnięciu 15–20 cm wzrostu, rośliny prosa stają się bardziej konkurencyjne względem chwastów, a gdy osiągną wysokość około 50 cm usuwanie zachwaszczenia nie ma już wpływu na plon ziarna (Mishra 2015). W późniejszych fazach wzrostu silny rozwój systemu korzeniowego, który może rozrastać się poprzecznie do 120 cm i przeniknąć na głębokość do 150 cm (Gashkova 2003–2009) oraz duży potencjał krzewienia, nawet do 32 źdźbeł (Upadhyaya i Blackshaw 2007) sprzyja silnej konkurencyjności tej uprawy z roślinnością towarzyszącą.

Głównym źródłem zachwaszczenia są obecne w glebie diaspory chwastów. W integrowanej ochronie regulacja zachwaszczenia powinna uwzględniać na każdym etapie produkcji roślinnej ograniczanie liczebności diaspor chwastów (Harker 2013). Działania te powinny być prowadzone w ramach czterech głównych strategii opartych na zabiegach, które powinny się uzupełniać:
– zabiegi profilaktyczne (zapobieganie);
– zabiegi agrotechniczne;
– zabiegi mechanicznego zwalczania;
– zabiegi chemicznego zwalczania.

Zabiegi profilaktyczne w regulacji zachwaszczenia

Profilaktyka w ochronie przed zachwaszczeniem polega na zapobieganiu wprowadzania diaspor chwastów na pole między innymi poprzez działania, takie jak:
– właściwy dobór stanowiska;
– uwzględnienie uprawy roślin konkurencyjnych względem zachwaszczenia;
– identyfikację i mapowanie miejsc zachwaszczenia pól;
– przeciwdziałanie rozsiewaniu nasion chwastów;
– stosowanie nawozów organicznych odpowiednio przygotowanych – wolnych od nasion chwastów;
– stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego;
– czyszczenie sprzętu i narzędzi pomiędzy polami lub przejazdami z zachwaszczonych miejsc;
– monitorowanie roślinności wokół pól jako potencjalne źródło nasion chwastów;
– archiwizowanie danych na temat zachwaszczenia pól;
– stosowanie herbicydów o różnym mechanizmie działania w celu zmniejszenia ryzyka odporności.

Zabiegi agrotechniczne w regulacji zachwaszczenia

Podstawowym elementem integrowanej ochrony przed zachwaszczeniem jest płodozmian (Pannacci i Lattanzi 2017). Odpowiednio skonstruowany płodozmian powinien wpływać na poprawę żyzności gleby oraz zmniejszanie ryzyka zachwaszczenia (Eyre i wsp. 2011; Graziani i wsp. 2012; Hosseini i wsp. 2014). Prosa nie należy uprawiać na stanowiskach, w których rośliny przedplonowe były zachwaszczone chwastami prosowatymi (chwastnica jednostronna, włośnica zielona). Uprawy ozime są dobrym przedplonem zmniejszającym ryzyko zachwaszczenia typowymi jednorocznymi gatunkami chwastów jednoliściennych (chwastnica jednostronna, włośnica zielona, włośnica sina, palusznik), jak i dwuliściennych (komosa biała, poziewnik szorstki).

Dwa istotne czynniki w uprawie prosa to:
1) siew na stanowisku wolnym od diaspor uciążliwych gatunków chwastów w wierzchniej warstwie gleby;
2) siew w wygrzaną i wilgotną glebę w celu uzyskania szybkich i wyrównanych wschodów.

Uprawa przed zasiewem powinna być przeprowadzona w taki sposób, aby wierzchnia warstwa gleby była wolna od nasion chwastów. Glebowy bank nasion ma zasadnicze znaczenie dla zachwaszczenia. Kierowanie zachwaszczeniem poprzez łączenie wielu taktyk, jest łatwiejsze i bardziej efektywne, gdy glebowy bank nasion utrzymuje się na niskim poziomie (Buhler 1999). Ograniczanie zachwaszczenia można osiągnąć wykorzystując fotoblastyzm nasion, czyli ich reakcję na światło podczas uprawy roli (Wesołowski i Cierpiała 2007; Dobrzański 2011). W badaniach Hartmann i Nezadal (1990) po uprawie płużnej i bronowaniu w ciemności uzyskali 2% stopień pokrycia powierzchni gleby chwastami, podczas gdy identyczne zabiegi przeprowadzone w dzień przyczyniły się do pokrycia powierzchni gleby w 80%. Niektóre gatunki roślin, w tym chwasty, pod wpływem impulsu świetlnego są stymulowane do kiełkowania, ale światło nie zawsze jest czynnikiem limitującym przerwanie okres spoczynku nasion roślin (Baskin i Baskin 1988; Pons 1991; Marshall i wsp. 2003). Opcjonalnie, wykonanie zabiegu nocą lub zakrywanie maszyn uprawowych i pielących chwasty, aby zapobiegać przerwaniu spoczynku nasion pod wpływem impulsu światła może być niewystarczające, gdyż skuteczność tej metody nie zależy tylko od występujących gatunków chwastów i warunków klimatycznych, ale również od wielkości cząstek gleby, wilgotności i koloru gleby oraz innych czynników (Riemens i wsp. 2004).

W celu ograniczenia liczby diaspor chwastów w wierzchniej warstwie gleby, zwalczanie chwastów należy uwzględnić w zespole uprawek pożniwnych, po zbiorze rośliny przedplonowej. W tych zabiegach należy stymulować diaspory do kiełkowania, a następnie zwalczać siewki chwastów w celu systematycznego zmniejszania ich liczby w glebie. Późniejszy termin siewu prosa umożliwia wykonanie tych zabiegów również wiosną, przed siewem rośliny uprawnej, stosując mechaniczne zwalczanie chwastów za pomocą lekkiej brony w warunkach uprawy płużnej lub płytkiej uprawy powierzchniowej w systemach uproszczonych. W tym okresie należy w szczególności zwalczać gatunki chwastów wieloletnich, rozmnażających się przez podziemne rozłogi lub kłącza jak np.: mlecze, ostrożeń polny, powój polny, szczaw polny, gdyż ich zwalczanie w uprawie prosa jest niemożliwe lub bardzo ograniczone.

Płytka uprawa przedsiewna w celu zachowania wilgoci w glebie niezbędnej do kiełkowania i wzrostu roślin zmniejsza jednocześnie ryzyko zaskorupienia wierzchniej warstwy gleby. Na polach podatnych na zaskorupienie wierzchniej warstwy gleby po opadach deszczu, jeszcze przed wschodami roślin prosa, szybkie

przesianie może być najkorzystniejszym rozwiązaniem dla uzyskania optymalnych warunków rozwoju i obsady (Berglund 2007).

Optymalne ustalenie normy siewu, dostosowane do wymagań odmiany oraz stanowiska, zmniejsza ryzyko zachwaszczenia wtórnego. Zdrowy, dobrej jakości materiał nasienny wysiany w zalecanej ilości, głębokości i terminie pozwala uzyskać optymalne wschody prosa.

Wczesne stosowanie mineralnego nawożenia azotowego umiejscowionego w pobliżu systemu korzeniowego sprzyja większej konkurencyjności względem chwastów (Mishra 2015).

W optymalnych warunkach proso wschodzi 6–7 dni po wysiewie, dlatego przedwschodowe bronowanie ogranicza się do zabiegów bezpośrednio po siewie. Mechaniczne zwalczanie chwastów prowadzone jest w okresie od fazy 2–3 liści do fazy krzewienia rośliny uprawnej, przy użyciu lekkiej brony.

Po wschodach prosa, w warunkach siewu w szerszych międzyrzędziach, możliwe jest mechaniczne odchwaszczanie pielnikiem. Zabieg należy powtórzyć w późniejszych fazach wzrostu prosa, najlepiej w fazie krzewienia (BBCH 15/22) i strzelania w źdźbło (BBCH 30–33). Jednakże uprawa prosa w węższych międzyrzędziach jest korzystniejsza w ograniczaniu zachwaszczenia i przyczynia się do wzrostu plonowania prosa (Nelson 1977).

Zabiegi chemiczne w regulacji zachwaszczenia

Proso jest bardziej wrażliwe na stosowanie chemicznych środków chwastobójczych niż inne rośliny zbożowe (Jasińska i Kotecki 2003; Lyon i Kniss 2010). Wydajność plonu znacznie obniża się w warunkach silnego zachwaszczenia, a zastosowanie herbicydów jest ekonomicznie uzasadnione (Berglund 2007).

Obecnie chemiczne zwalczanie chwastów oparte jest na herbicydach zawierających substancje czynne (s.cz.): pendimetalinę (Activus 400 SC) i prosulfokarb (Boxer 800 EC). Ich stosowanie jest w ramach procedury rejestracji środka ochrony roślin w uprawach i zastosowaniach małoobszarowych, dlatego odpowiedzialność za skuteczność działania i fitotoksyczność tych środków ochrony roślin spoczywa na osobach stosujących ten środek w uprawach małoobszarowych.

Herbicyd Activus 400 SC zalecany jest w prosie zwyczajnym do stosowania w zabiegach doglebowych, do 3 dni po siewie, ale przed wschodami prosa (BBCH 00–05) lub po wschodach rośliny uprawnej w fazie 1–3 liści (BBCH 11–13), gdy chwasty mają 1–2 liście właściwe (BBCH 11–12).

Zwalczane są głównie gatunki chwastów dwuliściennych, takie jak: fiołki (*Viola* spp.), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*), jasnoty (*Lamium* spp.), komosy (*Chenopodium* spp.), łoboda rozłożysta (*Atriplex patula*), przytulia czepna (*Galium aparine*), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*), przetacznik perski (*Veronica persica*), rdesty (*Polygonum* spp.), rzodkiew świrzepa (*Raphanus*

raphanistrum), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*) i tobołki polne (*Thlaspi arvense)*, a z chwastów jednoliściennych: chwastnica jednostronna (*Echinochloa cruss-gali*). Herbicydy zawierające jako substancję czynną pendimetalinę najskuteczniej zwalczają chwasty w fazie ich kiełkowania i wschodów w warunkach wilgotnej gleby. Skuteczność zmniejsza się wraz z przesuszeniem gleby.

Herbicyd zawierający jako substancję czynną prosulfokarb (Boxer 800 EC) zalecany jest do stosowania po siewie do fazy 3 liści. Herbicyd przeznaczony do zwalczania niektórych rocznych chwastów jednoliściennych, takich jak: miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), wiechlina roczna (*Poa annua*) oraz dwuliściennych: dymnicy (*Fumaria* spp.), fiołków (*Viola* spp.), gwiazdnicy pospolitej (*S. media*), jasnoty (*Lamium* spp.), komosy (*Chenopodium* spp.), maku polnego (*P. rhoes*), przetacznika bluszczykowego (*Veronica hederifolia*), przytulii czepnej (*G. aparine)*, rdestówki powojowatej (*Fallopia convolvulus*) i rumianku pospolitego (*Chamomilla recutita*).

W Polsce w latach 90. XX wieku do odchwaszczania prosa stosowano herbicydy zawierające s.cz MCPA w formie soli sodowej, w dawce 31–47 g/ha, które zalecano w zabiegach powschodowych, gdy rośliny osiągają wysokość 10–15 cm (Zalecenia 1995, 2002). W badaniach Kwiatkowskiego i wsp. (2017a) herbicyd zawierający s.cz. MCPA dobrze zwalczał wybrane gatunki chwastów dwuliściennych, ale powodował widoczne uszkodzenia roślin prosa (zahamowanie tempa wzrostu, lekkie zwijanie liści), które ustępowały po 2–3 tygodniach od aplikacji herbicydu. W tych badaniach uzyskany plon z powierzchni chronionej s.cz. MCPA był wyższy w porównaniu do powierzchni odchwaszczanej mechanicznie, ale uzyskano znacząco niższą produktywność prosa w porównaniu z odchwaszczaniem środkami chwastobójczymi na bazie s.cz. 2,4-D + fluroksypyr, tribenuron-metyl + fluroksypyr oraz dikamba + triasulfuron.

Z badań prowadzonych w różnych krajach wynika, że możliwe jest zastosowanie herbicydów rekomendowanych w uprawie owsa, lecz w mniejszych dawkach, by zmniejszyć ryzyko uszkodzeń roślin prosa (Robinson 1973; Nelson 1990; Jasińska i Kotecki 2003; Stahlman i wsp. 2009; Kwiatkowski i wsp. 2017c). Grabouski (1971) uzyskał bardzo dobrą skuteczność w zwalczaniu chwastów dwuliściennych, stosując powschodowo herbicydy zawierające substancje czynne: 2,4-D ester, 2,4-D amine, bromoksynil i dikamba. Herbicydy te miały działanie fitotoksyczne z wyjątkiem 2,4-D amine w dawce 280 g/ha, ale nie miały wpływu na plon. Również Lyon i Baltensperger (1993), pomimo uszkodzeń roślin prosa we wczesnych fazach wzrostu, nie obserwowali wpływu na rozwój roślin i plon ziarna zastosowanych powschodowo herbicydów zawierających substancje czynne: 2,4-D amine, bromoksynil, chlopyralid i dikamba.

Z literatury wynika, że możliwe jest zastosowanie herbicydów na bazie substancji czynnych takich jak: 2,4-D, dikamba, karfentrazon, tribenuron metylu, fluroksypyr, triasulfuron, które w zależności od przebiegu warunków pogodowych mogą powodować przemijające fitotoksyczne działanie na roślinach prosa,

skutkując słabszym tempem wzrostu i zmniejszeniem jego produkcyjności (Grabouski 1971; Lyon i wsp. 2007). Strategia zwalczania chwastów dwuliściennych w uprawie prosa opracowana przez Lyon i wsp. (2008) oparta jest na powschodowym stosowaniu herbicydów zawierających substancje czynne: 2,4-D amine, dikamba i karfentrazon. W późniejszych badaniach Lyon i Kniss (2010) wykazali, iż poziom uszkodzeń na roślinach prosa oraz wpływ na plon po zastosowaniu nalistnym herbicydów zawierających substancje czynne, takie jak: 2,4-D, dikamba, karfentrazon, prosulfuron może być różny w poszczególnych latach w zależności od wrażliwości odmiany i występujących warunków pogodowych w trakcie sezonu wegetacyjnego. W badaniach Kwiatkowskiego i wsp. (2017c) stosowanie nalistne herbicydów złożonych z substancji czynnych: 2.4-D + fluroxypyr, tribenuron-methyl + fluroxypyr i dicamba + triasulfuron pozwoliło na wysoką skuteczność zwalczania chwastów i znaczący przyrost plonu w porównaniu do odchwaszczania mechanicznego. W tych doświadczeniach nie stwierdzono pozostałości herbicydów w zebranym plonie ziarna prosa (Kwiatkowski 2017b).

Progi szkodliwości ekonomicznej ułatwiają decyzję o rozpoczęciu chemicznego zwalczania agrofagów. W podejmowaniu decyzji dotyczących stosowania herbicydu należy kierować się przede wszystkim „wymaganym okresem wolnym od zachwaszczenia" lub „krytycznym okresem konkurencji chwastów", czyli przedziałem czasowym, w którym chwasty z ekonomicznego punktu widzenia mogą powodować największe straty w plonach (Dobrzański i Adamczewski 2013). „Wymagany okres wolny od zachwaszczenia", w którym plantacja powinna być wolna od chwastów jest to początkowy okres rozwoju, od siewu do pierwszych kilku tygodni, aż rośliny prosa osiągną wysokość 20–30 cm.

Zabiegi chemiczno-mechaniczne w regulacji zachwaszczenia

Badania wskazują, że można osiągnąć zadowalającą regulację zachwaszczenia poprzez połączenie metody chemicznej opartej na stosowaniu herbicydów w zabiegach przedwschodowych z mechanicznym pieleniem. W latach przekropnych efektywność mechanicznego pielenia jest mniejsza, a opóźnienie zabiegu umożliwia przerośnięcie chwastów i znaczne straty plonu (Mishira 2015). Najczęściej o doborze metody zwalczania chwastów decydują aspekty ekonomiczne i możliwości techniczne gospodarstwa. Niemniej jednak kierowanie zachwaszczeniem w ramach integrowanej ochrony wymaga całościowego podejścia i musi obejmować kombinację różnych metod, aby w sposób skuteczny i ekonomiczny zredukować negatywny wpływ chwastów (Hartzler i Buhler 2007; Upadhyaya i Blackshaw 2007). Alternatywne metody walki z chwastami uważane są za mniej skuteczne niż stosowanie herbicydów (Bastiaans i wsp. 2008), dlatego też należy stosować łącznie różne metody oraz zmianowanie upraw, które umożliwią efektywną regulację zachwaszczenia w celu przeciwdziałania kompensacji zachwaszczenia.

6. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

6.1. Najważniejsze choroby

Ze względu na mały areał uprawy prosa zagrożenie przez choroby w tej uprawie jest niewielkie. Głównym zagrożeniem mogą być choroby powodowane przez grzyby polifagiczne znajdujące się w glebie, powodujące zgorzel siewek. Niebezpieczne jest też zasiedlenie i przenoszenie z nasionami prosa kilku sprawców chorób, do których zaliczyć można głownię prosa, na roślinach starszych mogą występować septorioza, helmintosporioza, askochytoza i antraknoza. W tabeli 6. zestawiono najważniejsze choroby występujące w uprawie prosa i ich znaczenie. Sprawcą chorób może być jednak więcej organizmów chorobotwórczych lub grzybów z danego rodzaju. Przykładowo dla rodzaju *Pythium* opisano 4 gatunki powodujące zgorzel korzeni i siewek. Również w rodzaju *Fusarium* podaje się 5 gatunków grzybów powodujących zgorzel korzeni i podstawy źdźbła. Są to: *Fusarium acuminatum, F. equiseti, F. moniliforme, F. oxysporum* i *F. poae*. Na korzeniach i źdźble stwierdza się porażenie podstawy źdźbła przez grzyby *Oculimacula* spp., *Fusarium* spp. i *Bipolaris sorokiniana*. Porażenie to niekiedy jest znaczące, indeks porażenia może wynosić kilkadziesiąt procent (Lemańczyk 2011).

Choroby w okresie wschodów powodowane mogą być przez wiele grzybów, oprócz już wymienionych są to też *Curvularia geniculata* i *Phoma terrestris* i wtedy stanowią poważny problem, ponieważ tworzą kompleks sprawców, a brakuje zapraw by zwalczyć to zagrożenie. Nasiona niewłaściwie przechowywane pokrywać może niebieska pleśń powodowana obecnością na nasionach grzyba *Penicillium expansum*. Proso może też porażać *Sclerophtora macrospora* organizm chorobotwórczy, który w kukurydzy powoduje chorobę szalonych wiech, a u prosa powoduje silne skręcanie i deformacje nadziemnych części roślin (Farr i wsp. 1989).

Grzyby występujące na plantacji wymagają do swojego rozwoju określonych warunków, tj. odpowiedniej wilgotności i temperatury (tab. 7). Obok znajomości zagrożenia gospodarczego i warunków, które sprzyjają rozwojowi chorób przydatna jest znajomość objawów, które grzyby te powodują (tab. 8) (Juraszek 1950; Smith i wsp. 1988; Nyvall 1989; Agrios 2005). Wiedza ta daje możliwość wyboru odpowiednich metod zwalczania.

Tabela 6. Znaczenie gospodarcze wybranych sprawców prosa w Polsce

Choroba	Sprawca(y)	Znaczenie
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła	*Fusarium solani*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp.	+
Fuzarioza wiech	*Fusarium* spp.	+
Głownia prosa	*Sporisorium destruens* (*Ustilago panici-miliacei*)	++
Helmintosporioza liści prosa	*Helminthosporium* spp. *Helminthosporium panici-miliacei*	+
Łamliwość źdźbła zbóż i traw	*Oculimacula* spp.	++
Mączniak rzekomy prosa	*Sclerospora graminicola*	+
Rdza prosa	*Puccinia emaculata*	+
Zgorzel siewek	*Pythium debaryanum, Pythium* spp., *Bipolaris sorokiniana*	+

+ małe; ++ średnie
Źródło: Frohlich 1974; Farr i wsp. 1989; Borecki i Schollenberger 2017

Tabela 7. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (fot. 7)	ziarno, resztki pożniwne	szeroki zakres temperatury	wilgotna, zimna gleba, wysoka wilgotność powietrza
Fuzarioza wiech (fot. 8)	gleba, resztki pożniwne, zarodniki w powietrzu	18–20	wilgotna gleba, wysoka wilgotność powietrza
Głownia prosa	ziarno	20–25	wysoka wilgotność powietrza
Helmintosporioza liści prosa	resztki pożniwne, gleba, ziarno	18–25	wysoka wilgotność powietrza
Mączniak rzekomy prosa	gleba, resztki pożniwne, samosiewy	20–25	wysoka wilgotność powietrza
Zgorzel siewek	gleba, resztki pożniwne	10–15	wilgotna, zimna gleba, wysoka wilgotność powietrza

Źródło: Kochman i Węgorek 1963; Kochman 1973

Tabela 8. Cechy diagnostyczne chorób prosa

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (fot. 7)	Pobrunatnienie i zamieranie całkowite lub częściowe korzeni. Podłużne lub owalne plamy na przykorzeniowej części źdźbła.	zgorzel siewek
Fuzarioza wiech (fot. 8)	Na ziarniakach i plewach widoczne zmiany barwy. Porażona część wiechy jest szarobiała lub różowa. Niekiedy na porażonych częściach wiechy zauważyć można skupiska zarodników w postaci wałeczków pomarańczowej barwy. W czasie dłuższego okresu o podwyższonej wilgotności porażone wiechy z ziarniakami pokrywają się nalotem grzybni barwy białej lub różowej.	–
Głownia prosa	Porażeniu ulega kwiatostan, zniszczone zostają wszystkie części kwiatowe. Zamiast wiechy tworzy się czarny, wrzecionowaty twór pokryty białą, delikatną osłonką ukryty w pochwie liściowej. W okresie dojrzewania prosa – osłonka pęka i uwalnia duże ilości brunatnoczarnych zarodników roznoszonych na dojrzałe wiechy. Ostatecznie wiechy wyglądają jak pęk brunatnych włókien.	–
Helmintosporioza liści prosa	Na liściach i pochwach liściowych początkowo jasnobrązowe, a potem ciemnobrunatne plamy soczewkowatego kształtu. Z czasem plamy łączą się ze sobą tworząc rozległe, nieregularne plamy. Silnie porażone liście zamierają. Na powierzchni plam w czasie ciepłej, wilgotnej pogody występuje luźna brązowa grzybnia z trzonkami konidialnymi.	–
Mączniak rzekomy prosa	Porażone liście charakteryzują się jaśniejszą barwą (chloroza). Roślina ma tendencję do wytwarzania wielu liści wtórnych, a wiecha ulega silnemu zniekształceniu.	–
Zgorzel siewek	W uprawie prosa występować może przedwschodowa i powschodowa zgorzel siewek. W przypadku przedwschodowej zgorzeli następuje zamieranie wschodzących roślin pod powierzchnią gleby. W przypadku zgorzeli powschodowej roślina jest spowolniona we wzroście. Korzenie porażonej rośliny są brunatne i przy silnym porażeniu wschodząca roślina po pewnym czasie więdnie i zamiera.	fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła

Źródło: Dąbrowski i wsp. 1946; Kochman i Strawiński 1953; Węgorek i Studziński 1977; Kochman 1986; Horoszkiewicz-Janka i Mrówczyński 2014

Fot. 7. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła – przekrój przez łodygę (fot. M. Korbas)

Fot. 8. Fuzarioza wiech (fot. M. Korbas)

6.2. Niechemiczne metody ochrony

6.2.1. Metoda hodowlana

W Polsce hodowla prosa jest ograniczona i prowadzona jest tylko w nielicznych ośrodkach. Uprawiane odmiany nie mają znanej odporności na porażenie przez grzyby atakujące ten gatunek. Jedynie obserwacje wykonywane na danym terenie, mające na celu stwierdzenie wielkości porażenia przez patogeny, są jedynym źródłem informacji, która odmiana charakteryzuje się zwiększoną odpornością i nadaje się do uprawy w konkretnym regionie.

6.2.2. Metoda agrotechniczna

Przy pomocy tej metody można zmniejszyć porażenie prosa przez wiele patogenów. Głównym celem jest takie przygotowanie gleby, które zapewni optymalne warunki wschodów ziarna prosa. Szybkie wschody i dostępność licznych składników pokarmowych, powoduje zwiększoną odporność roślin na porażenie przez patogeny znajdujące się w glebie i w powietrzu.

6.2.3. Metoda biologiczna

Brak metody biologicznej. Jedynie wzbogacanie gleby przez mikroorganizmy glebowe, wchodzące w skład nawozów organicznych (np. obornik) jest źródłem antagonistycznych grzybów, bakterii i promieniowców w stosunku do patogenów powodujących zgorzele siewek.

6.3. Chemiczne metody ochrony

W chwili obecnej brakuje zarejestrowanych środków chemicznych do ochrony prosa. Dotyczy to zarówno braku zapraw nasiennych oraz fungicydów, które mogłyby być zastosowane w czasie wegetacji.

7. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

Produkcja prosa w Polsce w ostatnich dekadach znacząco wzrosła, jednak ciągle podlega znacznym fluktuacjom, związanym głównie z czynnikami ekonomicznymi i opłacalnością produkcji. Według GUS w roku 2016 powierzchnia uprawy prosa w Polsce wynosiła nieco poniżej 25 tys. hektarów. Największe powierzchnie zasiewów prosa znajdują się w województwach świętokrzyskim i lubuskim, najmniejsze zaś w województwie podlaskim, co związane jest z uwarunkowaniami klimatycznymi. Zachodzące zmiany klimatu, takie jak wzrost średniej temperatury oraz coraz częściej występująca susza, będą sprzyjały zwiększaniu areału prosa, jako rośliny ciepłolubnej i odpornej na niedostatek wody. Jednocześnie należy się spodziewać nowych zagrożeń ze strony szkodników, związanych zarówno ze zmianami w ich biologii (np. dodatkowe pokolenia) oraz pojawianiem się nowych gatunków szkodliwych. Powszechność upraw kukurydzy i rozprzestrzenianie się wraz z nimi omacnicy prosowianki, może również zwiększać straty powodowane przez ten gatunek w uprawach prosa. Jako roślina zbożowa, proso narażone jest na atak ze strony wielu szkodników zbóż, zwłaszcza tych o szerszym spektrum pokarmowym (Boczek i Lewandowski 2016; Ka-

Tabela 9. Znaczenie gospodarcze szkodników prosa

Szkodnik	Obecnie	Prognoza
Drutowce (*Elateridae*)	+	++
Gryzonie	+	+
Mszyce (*Aphididae*)	+	++
Nicienie (*Nematoda*)	+	+
Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)	+	++
Pędraki (*Scarabeidae*)	+	++
Ptaki	+	+
Rolnice (*Agrotinae*)	+	++
Skoczki	+	+
Śmietki	+	+
Zmieniki (*Lygus*)	+	+

+ szkodnik o znaczeniu lokalnym; ++ szkodnik ważny

laisekar i wsp. 2017). Obecnie w Polsce jest niewielki areał uprawy prosa stąd straty powodowane przez szkodniki mają zwykle charakter bardzo lokalny i są trudne do oszacowania (tab. 9).

7.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)
Motyle omacnicy prosowianki mają rozpiętość skrzydeł w granicach 20–35 mm (samice są nieco większe od samców) (fot. 9). Przednie skrzydło, jak i siedzące w spoczynku motyle, są w zarysie trójkątne. W ubarwieniu dominują żółcie i brązy, układające się na przednich skrzydłach w falisty rysunek. Samce są zwykle ciemniejsze od samic. Jaja są spłaszczone, o średnicy około 1 mm, dachówkowato ułożone w złożach. Gąsienice mają zmienne ubarwienie: od bladożółtego po jasnobrązowy, ze słabo zaznaczonymi ciemniejszymi plamkami. Na tułowiu mają 3 pary nóg i 5 par posuwek odwłokowych. W ostatnim stadium dorastają do 25 mm (fot. 10 i 11). Poczwarka jest brązowa, lśniąca, o długości 13–17 mm.

Zimują gąsienice ostatniego stadium, zwykle w resztkach pożniwnych. Przepoczwarczenie zachodzi w miejscu zimowania i jest mocno rozciągnięte w czasie. Motyle pojawiają się w czerwcu – lipcu. Składanie jaj rozpoczyna się od końca czerwca (termin uzależniony od rejonu kraju i pogody). Jaja są zwykle przyklejane do liści w złożach liczących 2–80 sztuk. Po kilku dniach wygryzają się gąsienice, które po zjedzeniu osłonki jajowej rozpoczynają żerowanie na roślinach. Wyrośnięte gąsienice poszukują aktywnie miejsc zimowania, wgryzając się często do nasadowych części roślin. W ciągu roku pojawia się zwykle jedno pokolenie, jednak lokalnie w cieplejsze lata może rozwinąć się druga generacja.

Szkodliwość: gąsienice uszkadzają praktycznie wszystkie organy roślin. Rozpoczynają od wyjadania niewielkich fragmentów liści, później zwykle wgryzają się do wnętrza pędów, w których drążą korytarze. Jeśli ma to miejsce w szczytowej części pędu, często dochodzi do niedorozwoju lub nawet zamierania wiechy (fot. 12). Z żerowisk larw często wysypują się na zewnątrz odchody i trociny (fot. 13). Podgryzione u podstawy źdźbła stają się łamliwe – rośliny mogą wylegać lub nawet zasychać. Uszkodzone rośliny są także bardziej podatne na choroby grzybowe, zwłaszcza fuzariozy.

Zapobieganie i zwalczanie niechemiczne: należy zachować znaczną izolację przestrzenną od ubiegłorocznych upraw prosa i kukurydzy. Po zbiorze resztki pożniwne należy rozdrobnić i przyorać, najlepiej z zastosowaniem środków przyspieszających ich rozkład. Należy również zwalczać chwasty mogące stać się alternatywnymi żywicielami tego szkodnika, takich jak na przykład chwastnica jednostronna oraz inne chwasty grubołodygowe. Właściwa agrotechnika, nawożenie i płodozmian ograniczają straty powodowane przez omacnicę. Możliwe jest również zwalczanie biologiczne z zastosowaniem pasożytniczej błonkówki – kruszynka (*Trichogramma* spp.), której larwy rozwijają się w jajach omacnicy.

Fot. 9. Motyl omacnicy prosowianki (fot. P. Bereś)

Fot. 10. Młodsze stadium larwalne omacnicy prosowianki żerujące wewnątrz źdźbła (fot. W. Kubasik)

Fot. 11. Wyrośnięta gąsienica omacnicy prosowianki w wygryzionym pędzie prosa (fot. W. Kubasik)

Fot. 12. Zamierająca wiecha prosa (po lewej) na skutek uszkodzenia przez gąsienicę omacnicy prosowianki (fot. W. Kubasik)

Fot. 13. Objawy żerowania gąsienicy omacnicy prosowianki wewnątrz pędu – złamane źdźbło i wysypujące się trociny (fot. W. Kubasik)

Mszyce – Aphididae

Dorosłe mszyce to niewielkie owady, których długość zwykle nie przekracza kilku milimetrów. Nogi i czułki są długie, na odwłoku znajdują się dwa wyrostki zwane syfonami. W cyklu rozwojowym mszyc pojawiają się zarówno formy uskrzydlone jak i bezskrzydłe. Ubarwienie jest różnorodne, od gatunków jasnozielonych po czarne, może być też zmienne w obrębie gatunku.

Do mszyc najczęściej spotykanych w uprawie prosa należą gatunki typowe dla roślin jednoliściennych, w tym zbóż i kukurydzy:

– mszyca kukurydziana (*Rhopalosiphum maidis* Fitch.);
– włochatka zbożowa (*Sipha maydis* Passerini);
– mszyca czeremchowo-zbożowa (*Rhopalosiphum padi* L.);
– mszyca zbożowa (*Sitobion avenae* F.);
– mszyca różano-trawowa (*Metopolophium dirhodum* Walk.);
– mszyca zbożowa południowa (*Schizaphis graminum* Rond.) (Holman 2009).

Mszyca kukurydziana (fot. 14) jest zmiennie ubarwiona, w zależności od stadia rozwoju – młodsze larwy są ciemnożółte, starsze ciemnozielone. Jest gatunkiem jednodomnym, żyjącym na trawach i zbożach.

Osobniki włochatki zbożowej (fot. 15) są ubarwione w tonacji od jasno- do ciemnobrunatnej i posiadają rzadkie włoski na całym ciele. Są jednodomne i rozwijają się na roślinach jednoliściennych.

Mszyca zbożowa (fot. 16) ma zmienne ubarwienie, od barwy żółtej przez zieloną do jasnobrunatnej, natomiast syfony są ciemne. Jest gatunkiem jednodomnym, rozwijającym się na zbożach i trawach.

Mszyca czeremchowo-zbożowa (fot. 17) ma oliwkowo-zielone zabarwienie, z brunatnymi plamami w okolicach syfonów. Jest gatunkiem różnodomnym – na zboża i trawy migruje z czeremchy zwyczajnej.

Mszyca różano-trawowa ma ubarwienie żółtawe lub jasnozielone, z syfonami w kolorze reszty ciała. Gatunek różnodomny, migrujący z róż na rośliny jednoliścienne.

Mszyca zbożowa południowa jest podobna do różano-trawowej, z ciemniejszym zielonym pasem w części grzbietowej. Jest to gatunek jednodomny, zasiedlający zboża i trawy (Szelegiewicz 1968; Holman 2009).

Szkodliwość: szkodliwe są zarówno formy dorosłe, jak i larwy mszyc. Bezpośrednio szkodzą wysysając soki z tkanek (głównie liści, pochew liściowych i źdźbeł prosa), wskutek czego zaburzona zostaje fizjologia rośliny, co z kolei może prowadzić do obumierania fragmentów, bądź w przypadku masowego pojawu całych roślin. Szkodliwość pośrednia mszyc polega na przenoszeniu wirusów, a dodatkowo miejsca uszkodzeń tkanek i produkty przemiany materii mszyc mogą być źródłem wtórnych porażeń przez sprawców chorób.

Występowanie: koniec krzewienia (BBCH 29) do początku dojrzewania ziarniaków (BBCH 83).

Fot. 14. Mszyca kukurydziana (fot. P. Strażyński)

Fot. 15. Włochatka zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 16. Mszyca zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 17. Mszyca czeremchowo-zbożowa (fot. P. Strażyński)

Wciornastki – Thysanoptera

Na prosie w naszym kraju może żerować wiele gatunków wciornastków, głównie gatunki związane także z innymi gatunkami zbóż oraz gatunki polifagiczne. W Polsce brak jest aktualnych i szczegółowych badań nad szkodliwością wciornastków w uprawie prosa, co wynika najpewniej z niewielkiego areału upraw tej rośliny.

Dorosłe wciornastki to niewielkie (długości ok. 1 mm), wydłużone owady o wąskich skrzydłach obwiedzionych długą strzępiną. Ciało jest barwy ciemnobrązowej do prawie czarnej. Postaci larwalne zbudowane są podobnie do form dorosłych, od których różnią się brakiem skrzydeł i w przypadku niektórych gatunków, ubarwieniem ciała.

Formą zimującą są osobniki dorosłe w glebie. Wychodzenie wciornastków z zimowisk następuje, gdy gleba dostatecznie się ogrzeje i trwa najczęściej od połowy kwietnia do końca maja. Wciornastki, w zależności od gatunku, rozwijają zwykle 1–2 pokolenia w ciągu roku.

Szkodliwość: najbardziej niebezpieczne dla prosa jest żerowanie wciornastków w początkowej fazie wzrostu. Gatunkiem szczególnie niebezpiecznym dla siewek jest wciornastek zbożowiec (*Haprothrips aculeatus* F.). Ponieważ proso jest siane później niż większość zbóż, zagrożenie stanowi przenoszenie się wciornastków z dojrzewających zbóż (np. ozimin) na młode rośliny prosa. Szczególnie jest to

niebezpieczne przy długich okresach suszy. Przy silnym ataku może dochodzić do wypadania młodych roślin.

Zwalczanie: podstawową metodą zmniejszania strat powodowanych przez wciornastki jest izolacja przestrzenna od upraw innych zbóż, zwłaszcza ozimin. Nalot może być monitorowany z użyciem żółtych lub niebieskich tablic lepowych. W celu stwierdzenia obecności wciornastków na roślinie potrząsa się źdźbłami nad białą kartką papieru.

Błyszczka jarzynówka – *Autographa gamma* (L.)

Rozpiętość skrzydeł dorosłych motyli wynosi 35–45 mm. Ich ubarwienie jest ciemne, a cechą charakterystyczną jest srebrzysta plama w kształcie litery gama (γ) na środku przedniego skrzydła, od której pochodzi łacińska nazwa gatunku (fot. 18). Jaja są owalne, jasne z wyraźnym żeberkowaniem. Gąsienice są prawie jednobarwne, żółto-zielone do zielonych, w końcowych stadiach osiągające długość do 40 mm. Cechą charakterystyczną jest występowanie na odwłoku 3 par odnóży odwłokowych (posuwek). Pierwsze pokolenie przylatuje do nas z południa Europy. Samice składają od 500 do nawet 1500 jaj na wielu gatunkach roślin, zarówno zielnych, jak i drzewiastych. Gąsienice żerują na liściach i innych zewnętrznych częściach roślin. W ciągu roku w naszych warunkach klimatycznych rozwijają się dwa pokolenia. Zasiedlaniu prosa przez gąsienice błyszczek oraz innych polifagicznych gatunków sówkowatych sprzyja zachwaszczenie, gdyż nie-

Fot. 18. Błyszczka jarzynówka (fot. P. Strażyński)

które gatunki chwastów są bardziej atrakcyjne jako rośliny pokarmowe. Po ich zjedzeniu gąsienice mogą przechodzić na rośliny prosa, przy licznym pojawie powodując znaczne straty.

Rolnice – Noctuinae

Rolnice będące szkodnikami prosa to kilka gatunków motyli z rodziny sówkowatych (Noctuidae) i podrodziny rolnic (Noctuinae), których larwy żerują wielożernie na wielu gatunkach roślin zielnych, w tym na zbożach. Dorosłe motyle mają rozpiętość skrzydeł w granicach 30–55 mm (fot. 19). Przednie skrzydła, które w spoczynku złożone są płasko nad odwłokiem, mają barwę maskującą, zwykle w różnych odcieniach brązu i szarości. W rysunku skrzydła najczęściej dobrze jest widoczna charakterystyczna dla rodziny plama nerkowata. Tylne skrzydła mają barwę jasną, kremową lub perłową, u niektórych gatunków jak np. u rolnicy tasiemki [*Noctua pronuba* (L.)] są ubarwione kontrastowo, barwy pomarańczowo-czarnej. Jaja są okrągłe, lekko spłaszczone, z wyraźnym żeberkowaniem, składane w złożach na roślinach lub bezpośrednio na ziemi. Gąsienice mają 3 pary nóg tułowiowych i 5 par posuwek (odnóży odwłokowych). Ich ubarwienie jest maskujące – dominują w nim barwy „ziemiste". Gąsienice rolnic uszkadzają zarówno podziemne jak i nadziemne części roślin. Szczególnie niebezpieczne jest podcinanie całych młodych roślin krótko po wschodzie, które może prowadzić do „łysienia" znacznych fragmentów pola.

Fot. 19. Motyl rolnicy czopówki (*Agrotis exclamationis*) (fot. W. Kubasik)

Komarnicowate – Tipulidae

W uprawach największe znaczenie mają komarnica błotniarka (*Tipula paludosa*, Meigen) i komarnica warzywna (*T. oleracea* L.). Dorosłe muchówki przypominają pokrojem ciała olbrzymie komary – rozpiętość ich skrzydeł często przekracza 30 mm. Charakterystyczne są także bardzo długie nogi i wąski odwłok. Samice składają jaja do ziemi, wyraźnie preferując gleby wilgotne i zasobne w substancje organiczne. Larwy są beznogie, barwy szaroziemistej, z charakterystycznymi wyrostkami na końcu odwłoka (fot. 20). Żerują na podziemnych częściach roślin, mogą również zjadać kiełkujące nasiona i ścinać młode siewki. W zależności od gatunku w ciągu roku rozwijają się 1–2 pokolenia. Szkody wyrządzane przez komarnice mogą być istotne w lata bardzo wilgotne oraz lokalnie w miejscach, gdzie uprawy prosa sąsiadują z terenami podmokłymi, np. wilgotnymi łąkami lub pastwiskami. Zabiegi agrotechniczne takie jak jesienna orka oraz osuszanie gleby, znacznie ograniczają liczebność larw. Naturalnymi wrogami komarnic są niektóre gatunki ptaków, np. szpaki, które aktywnie poszukują znajdujących się pod ziemią larw.

Fot. 20. Wyrośnięte larwy komarnicowatych (fot. T. Klejdysz)

Pozostałe szkodniki prosa

Uwarunkowania regionalne oraz wieloletnie fluktuacje liczebności niektórych gatunków szkodników powodują, że lokalnie mogą one wyrządzać szkody w uprawie prosa. Do grupy tej należą przede wszystkim szkodniki wielożerne lub związane ze zbożami i trawami. Z rzędu pluskwiaków (Hemiptera) wysysających soki z różnych części roślin jest kilka gatunków **zmieników** (rodzina tasznikowate – Miridae) oraz **skoczków** (rodzina Cicadellidae). Szkodnikami glebowymi mogącymi atakować proso są także larwy chrząszczy, takie jak **pędraki** (rodzina poświętnikowate – Scarabeidae) i **drutowce** (rodzina sprężykowate – Elateridae), muchówki z rodziny **śmietkowatych** (Anthomyiidae) oraz niektóre gatunki fitofagicznych **nicieni**.

7.2. Niechemiczne metody ochrony

Niechemiczne metody ochrony prosa są związane przede wszystkim z właściwą agrotechniką (tab. 10). Prawidłowe przygotowanie gleby pod siew i stworzenie optymalnych warunków dla wzrostu młodych roślin może znacząco ograniczać straty, ponieważ siewki są szczególnie podatne na uszkodzenia. W zależności od

Tabela 10. Agrotechniczne metody ograniczania szkodników prosa

Szkodnik	Metody i sposoby ograniczania
Gryzonie	podorywka, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu ziarna, zwalczanie chwastów
Nicienie	usuwanie resztek roślinnych po zbiorach, głęboka orka jesienna
Omacnica prosowianka	prawidłowy płodozmian, podorywka, talerzowanie, głęboka orka jesienna, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna m.in. od kukurydzy, możliwie opóźniony siew i wczesny zbiór, przyoranie resztek pożniwnych
Ptaki	zwiększenie normy wysiewu ziarna, odstraszanie
Rolnice, pędraki, drutowce	prawidłowy płodozmian, podorywka, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu ziarna, zwalczanie chwastów
Skoczki, mszyce	wczesny siew, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, walka z zachwaszczeniem
Śmietka kiełkówka	wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu ziarna, walka z zachwaszczeniem, dokładne przyorywanie obornika
Zmieniki	prawidłowy płodozmian i agrotechnika, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna m.in. od łąk i nieużytków, walka z zachwaszczeniem, możliwie wczesny zbiór

uwarunkowań lokalnych istotne jest także dobranie odpowiedniego terminu siewu, którego celem jest uniknięcie narażenia młodych roślin na intensywne żerowanie szkodników. Ważne jest także ograniczanie zachwaszczenia. Dla wielu gatunków polifagicznych proso jest stosunkowo mało atrakcyjną rośliną pokarmową. Występujące w zasiewach chwasty mogą być zasiedlane przez szkodniki, które po ich zjedzeniu rozpoczynają żerowanie na prosie. Specyficzne dla poszczególnych gatunków niechemiczne metody ograniczania powodowanych przez nie strat zostały podane przy ich charakterystyce.

Metoda hodowlana

Metody hodowlane ukierunkowane są na ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki w danym siedlisku przez zapobieganie odporności i dobór mniej podatnych odmian. Istotny jest również dobór odpowiedniej odmiany pod kątem wymagań glebowych i klimatycznych, ponieważ tylko prawidłowe warunki wzrostu i rozwoju roślin pozwalają ograniczyć ryzyko strat, także ze strony szkodników.

Metoda biologiczna

Metoda biologiczna oparta jest na zastosowaniu w ochronie środków biologicznych i biotechnicznych z wykorzystaniem oporu środowiska (organizmów pożytecznych) w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Jednym z aspektów ochrony biologicznej są działania w kierunku zachowania lub tworzenia bioróżnorodności w agrocenozie.

7.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

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, są zobowiązane do opracowania krajowej strategii upowszechniania i wdrożenia ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin wśród wszystkich użytkowników środków ochrony roślin. Ustalenie progów szkodliwości dla danego szkodnika na uprawie wymaga bardzo wielu obserwacji i kilkuletnich doświadczeń.

Progi szkodliwości są podstawą do wykonania zabiegów ochronnych, lecz nie mogą stanowić jedynego kryterium. Wpływ ma także szereg indywidualnych czynników, takich jak: warunki klimatyczne, odmiana, poziom agrotechniki, nawożenie. Progi szkodliwości opracowane w innych krajach nie mają przełożenia na warunki krajowe, głównie z uwagi na odmienne czynniki agroklimatyczne.

W uprawie prosa podstawową metodą monitorowania plantacji jest lustracja polowa, istotna zwłaszcza dla młodych roślin, które są szczególne narażone na

Tabela 11. Zasady i terminy obserwacji najważniejszych szkodników prosa

Szkodnik	Zasada obserwacji	Termin obserwacji
Szkodniki glebowe	lustracja pod kątem uszkodzeń korzeni, zarodków, liścieni (łysiny w zasiewach), przesiewanie gleby – dołki 25 × 25 cm, głębokość 30 cm	kiełkowanie i rozwój liści
Omacnica prosowianka	monitoring uprawy pod kątem obecności motyli – pułapki świetlne lub feromonowe	kłoszenie
Mszyce	obecność kolonii na wszystkich organach wegetatywnych	wzrost pędu i kwitnienie
Zmieniki	obecność imago i stadiów larwalnych na wszystkich organach wegetatywnych	wzrost i kwitnienie

uszkodzenia. Jako metodę wspomagającą można stosować żółte lub niebieskie tablice lepowe, które pomagają w ustaleniu terminu i intensywności nalotu niektórych gatunków szkodliwych. Pomocne może być także zastosowanie czerpaka entomologicznego.

Dla szkodników prosa progi ekonomicznej szkodliwości nie zostały opracowane.

W uprawie prosa podstawową metodą monitorowania plantacji pod kątem występowania szkodników i uszkodzeń jest lustracja. Pomocne mogą być również żółte naczynia, tablice lepowe, czerpakowanie i przesiewanie gleby (tab. 11).

7.4. Chemiczne metody ochrony

W ochronie integrowanej metoda chemiczna zalecana jest w ostateczności, przy dużym nasileniu występowania i szkodliwości danego gatunku oraz braku innych sposobów ograniczenia strat. Decyzję o zastosowaniu środków chemicznych w celu ochrony prosa przed szkodnikami należy podejmować indywidualnie dla każdej plantacji. Kluczową rolę odgrywają także: termin zabiegu, dobór środka, dawka i zakres temperatury, w jakiej środek jest najbardziej skuteczny. Szczególnie istotna jest ochrona młodych roślin, kiedy to może dochodzić do najpoważniejszych uszkodzeń ze strony szkodników wielożernych oraz ochrona starszych roślin przed omacnicą prosowianką. Niestety, obecnie w Polsce nie ma insektycydów zarejestrowanych do chemicznej ochrony prosa.

7.5. 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.

Internetowy system sygnalizacji agrofagów, prowadzony przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN), obejmuje cały kraj i zawiera wykaz upraw ważnych gospodarczo na danym terenie oraz listę agrofagów, które mogą wywołać znaczące szkody gospodarcze. W oparciu o prowadzone obserwacje na wybranych losowo plantacjach odnotowywane jest występowanie organizmów szkodliwych dla roślin oraz rejestrowany jest poziom uszkodzeń wywołanych przez choroby, szkodniki i chwasty występujące w tych uprawach. Dane te pozwalają na podanie orientacyjnej daty wystąpienia agrofaga i sposobów jego zwalczania. System ten zawiera również 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.

Z uwagi na niewielki areał uprawy prosa jego szkodniki nie są objęte ogólnopolskim monitoringiem. Informacje o szkodnikach prosa, szczególnie gatunkach wielożernych oraz będących także szkodnikami kukurydzy i innych zbóż, można znaleźć na Platformie Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl) prowadzonej przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu.

8. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

Organizmy regulujące w naturalnych warunkach liczebność szkodników nazywamy pożytecznymi. Sterowanie przez człowieka ich działalnością określamy jako walkę biologiczną (Boczek i Lipa 1978; Fiedler 2007; Fiedler i Sosnowska 2008; Sosnowska i Fiedler 2013). Metody biologiczne polegają na wykorzystaniu wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterii, grzybów) oraz makroorganizmów (drapieżnych roztoczy oraz drapieżnych i pasożytniczych owadów) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. W biologicznym zwalczaniu szkodników rozróżnia się trzy główne metody:

1) **metoda klasyczna** to introdukcja, polegająca na osiedlaniu na nowych terenach wrogów naturalnych, sprowadzonych z innych regionów lub kontynentów;
2) **metoda konserwacyjna** polega na ochronie organizmów pożytecznych poprzez dokonywanie korzystnych dla nich zmian w środowisku oraz stosowanie selektywnych środków ochrony roślin;
3) **metoda augmentatywna** jest czasową kolonizacją, czyli okresowym wprowadzaniem wrogów naturalnych danego agrofaga w uprawach, na których on nie występuje wcale lub w niewielkiej liczebności.

W uprawach polowych, w tym w uprawach prosa, 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 (Wiech 1997; Piątkowski 2001). Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów przez urozmaicenie krajobrazu, tworzenie kryjówek i odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne. **Bioróżnorodność rolnicza jest najcenniejszym dziedzictwem biologicznym dla człowieka. Ta różnorodność jest naszym zabezpieczeniem przed klęską nieurodzaju, atakiem szkodników czy chorobami roślin.**

Pola uprawne prosa stwarzają dobre warunki bytowania oraz rozwoju wielu gatunków owadów. Obok szkodników prosa, takich jak: omacnica prosowianka,

mszyce, zmieniki, skoczki i skrzypionki oraz szkodniki glebowe (drutowce, lenie, pędraki i rolnice), można spotkać na polu wiele gatunków organizmów pożytecznych. W uprawach, podobnie jak na miedzach, żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które wspomagają rolników w ograniczaniu liczebności fitofagów. Ważna jest duża różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem owadów pożytecznych. Są one istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana. Zatem warto je dobrze poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieżnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca – ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż jednej ofiary. Drugą formą współżycia dwóch organizmów jest **pasożytnictwo**, w której jeden organizm czerpie korzyści ze współżycia, a drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa, wykorzystując stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia i środowisko życia, nazywamy pasożytem, a tego, który ponosi szkody – żywicielem (Kochman i Węgorek 1997). Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt), i wewnętrzne, kiedy przebywa wewnątrz jego ciała (endopasożyt).

Jedną z ważniejszych grup drapieżców występujących w agroekosystemie są chrząszcze naziemne, gdyż będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami odgrywają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Duże znaczenie mają drapieżne owady z rodziny **biegaczowatych** Carabidae (fot. 21). Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce do jednej z liczniejszych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych, jak również larw, żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postacie dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy, w tym również organizmy drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mszyce, mrówki, gąsienice motyli, np. rolnic lub larwy,

Fot. 21. Biegacz złocisty (fot. K. Nijak)

nieruchome poczwarki owadów oraz dżdżownice. Przypuszczalnie to właśnie stanowiska roślinne z udziałem krzewów i drzew mają największe znaczenie w programach biologicznej walki ze szkodnikami roślin, bowiem charakteryzują się one bogatym składem gatunkowym biegaczowatych. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na polach uprawnych, na których stosuje się integrowaną produkcję, około 50% badanych zgrupowań stanowił *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach są: *Calathus ambiguus*, *Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski i wsp. 2015).

Również chrząszcze z rodziny **kusakowatych** Staphylinidae (fot. 22) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce, reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne, jak i dorosłe na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica (*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

Fot. 22. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

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 wyspecjalizowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów np. omacnicy prosowianki, larwy oraz poczwarki skrzypionek, larwy zmienników, a także drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona jest przez nie gleba, tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie, stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych.

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie prosa, są **biedronkowate** Coccinellidae. Na świecie opisanych jest 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności biedronkowatych wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak

inni drapieżcy, z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej Coccinellidae. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.) (fot. 23), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.) i skulik przędziorkowiec (*Stethorus punctillum* Ws.). Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich korą, a niektóre z nich, także w siedliskach ludzkich. *Adalia bipunctata* zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzb w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński i Lipa 1970). Biedronki są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do 2 000 mszyc. Dorosłe owady zjadają od 30 nawet do 250 sztuk tych szkodników w ciągu dnia. Z tego powodu kilka gatunków, np. biedronka dwukropka (*A. bipunctata*), bywa wykorzystywanych w rolnictwie do biologicznego zwalczania mszyc.

Ważnymi owadami drapieżnymi są niektóre **muchówki** (Diptera), głównie należące do rodzin: bzygowatych (Syrphidae) oraz rączycowatych (Tachinidae). 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

Fot. 23. Biedronka siedmiokropka (fot. W. Kubasik)

wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym Syrphidae stanowią potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na liściach i źdźbłach prosa. 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 bzygowatych składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego jeden osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc.

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

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników prosa mają również **siecіarki** (Neuroptera) z często dominującym złotookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 24). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również **błonkówki** (Hymenoptera). Są to głównie drapieżne mrówkowate (Formicidae), a także pasożytnicze gąsienicznikowate (Ichneumonidae). Pola prosa są dla tych owadów świetnym miejscem zdobywania pokarmu. Wśród nich przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy roślinarek. Mrówki należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane. Owady te oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności szkodników biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy). Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy **skorki** (Dermaptera), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, ale także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia. Ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. omacnicy prosowianki i motyli sówkowatych.

Pająki (Araneae) jako niewyspecjalizowani drapieżcy niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach i stanowią trwały element agrocenoz. Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych

Fot. 24. Złotook pospolity (fot. P. Strażyński)

czynników są dobrym obiektem badań środowiskowych. W Polsce żyje około 800 gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pająków tworzy sieci łowne, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Ich pożyteczna działalność objawia się zarówno w środowisku naturalnym, jak również w naszych własnych domach, zamieszkiwanych przez wiele synantropijnych gatunków. Warto więc pamiętać o tej pozytywnej roli pająków w naszym życiu.

Mechanizmy regulujące liczebność gatunków szkodliwych w środowisku 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 – ale niestety nie tylko owadom, także myszom polnym i nornicom. Dojrzałe ziarniaki prosa bardzo łatwo się osypują i w rezultacie stanowią dla gryzoni łatwo dostępny pokarm. W takich sprzyjających okolicznościach myszy mogą się silnie rozmnażać. Jednak i w takim wypadku mamy sprzymierzeńca w postaci myszołowa zwyczajnego (*Buteo buteo* Linnaeus), ponieważ pokarm tego ptaka składa się w 96% z myszy. Ptaki te są bardzo lubiane przez rolników. Aby ułatwić myszołowom obserwację okolicy, wystawia się specjalne drągi z poprzeczkami jako punkty obserwacyjne, na których z chęcią siadają. Na powierzchni gleby ptaki te również mogą znaleźć pożywienie, a są to ślimaki, dżdżownice i inne małe zwierzęta poruszające się po ziemi.

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 o dużym znaczeniu wrogów naturalnych występujących w środowisku, ponieważ „opór środowiska" stanowi ważny element, często niedoceniany w integrowanej ochronie i produkcji roślin.

9. OCHRONA OWADÓW ZAPYLAJĄCYCH

Proso jako roślina wiatropylna nie jest bezpośrednio zależna od owadów zapylających. W uprawach prosa mogą jednak wystąpić masowo kwitnące chwasty (jak np. chaber bławatek) przyciągające znaczne ilości zapylaczy. Także w wypadku licznego wystąpienia mszyc, wydzielana przez nie spadź wabi wiele pożytecznych gatunków. Zatem planując ochronę roślin nie zapylanych przez owady, należy wziąć pod uwagę również wspomniany aspekt, mając na uwadze ochronę środowiska rolniczego oraz zachowanie jego różnorodności biologicznej.

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.

Jednym z najpoważniejszych czynników ograniczających populację pszczoły miodnej (*Apis mellifera* Linnaeus) 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 ograniczyły to zagrożenie, 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).

Biorąc pod uwagę 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, stanowiących pokarm dla dzikich zwierząt i zapewniających bioróżnorodność, które warunkuje prawidłowe funkcjonowanie ekosystemu.

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. Ucierpiałaby także 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 należące do stawonogów owady, a w szczególności cztery ich rzędy – błonkówki, muchówki, motyle i chrząszcze.

Gdyby zadać pytanie o owady zapylające żyjące w Polsce, większość z zapytanych wymieniłaby pszczoły. A jednak pszczoły miodne, które zazwyczaj kojarzą nam się z zapylaniem, są tylko małą częścią bardzo bogatej pszczelej rodziny. Na świecie żyje około 20 000 gatunków pszczół, w Europie 1 600 gatunków, a w Polsce około 470 gatunków i podgatunków, z czego większość to pszczoły samotne (samotnice). Do pszczołowatych zaliczają się również trzmiele. W Polsce występuje około 30 gatunków tych owadów. 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 dotrzeć. 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. W pełni społecznymi owadami są trzy rodzaje: pszczoła (*Apis*), trzmiel (*Bombus*) i smuklik (np. *Lasioglossum*). Pozostałe rodzaje (90%) to zazwyczaj pszczoły samotnicze.

Pszczoła miodna jest niemal doskonałym zapylaczem: około 10–20 tys. robotnic wylatuje z ula 10 razy dziennie. 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. porobnicę murarkę.

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.

Murarka ogrodowa (*Osmia rufa* Linnaeus) 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 pokar-

mu. 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), 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, między innymi koniczyna czerwona, lucerna i komonica, które ze względu na specyficzną budowę kwiatów są niechętnie oblatywane przez pszczoły. Kwiaty tych roślin mają długą rurkę kwiatową i dlatego ich nektar jest trudno dostępny dla mającej 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. Również 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.

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. Natomiast samice murarki ogrodowej 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 godziny 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 liczba 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 ich organami generatywnymi, dlatego podczas odwiedzin każdorazowo dochodzi do zapylenia.

10. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIK STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

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.

10.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

Podczas pracy i styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, 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 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 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 0°C (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 powinny 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;
– wykaz numerów telefonów 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, zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

10.2. 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, zgodnie 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.

Zgodnie 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). Procedurę regulacji opryskiwacza wykonujemy 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 sprawdzić czy wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej są tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze tego samego numeru i koloru, 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 należy 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).

Ciecz użytkową w gospodarstwie należy sporządzać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Po odmierzeniu odpowiednich ilości preparatów puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym miejscowe skażenia 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 środki ochrony roślin. 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, 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 przez stosowanie bardzo małej prędkości roboczej i/lub przez 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 środka ochrony roślin 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, stąd nie jest konieczne stosowanie większych dawek cieczy użytkowej, ale ważne jest 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 może prowadzić do wzrostu znoszenia i odparowania cieczy z kropel lub nierównomiernego rozłożenia preparatu na roślinie. 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 na poziomie 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, na 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 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 rozpylacz do rodzaju zabiegu według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 25–30).

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. 12). 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 bar (1 bar = 1 atm = 0,1 MPa).

Rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania mogą pracować w szerokim zakresie ciśnienia roboczego (od 1 bar do 5 bar), zapewniając uzyskanie większej jednorodności 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 12. 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: opracowanie własne 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, wyższa temperatura). 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 (doglebowych, nalistnych), 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 bar. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadowalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskuje się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 bar. 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. 30). 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 uwarunkowane są przebiegiem warunków atmosferycznych (Kierzek i wsp. 2010). Duży wpływ na efektywność stosowanych środków ochrony roślin mają 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 i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy, a co za tym idzie, na efektywność stosowanych środków ochrony roślin. Zalecana temperatura powietrza podczas zabiegów jest uwarunkowana 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. 13). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę lub 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. Panuje wówczas znacznie korzystniejsza temperatura i wilgotność.

W czasie opryskiwania temperatura powietrza nie powinna przekraczać 22–25°C, natomiast temperatura cieczy użytkowej nie powinna być niższa niż 5–8°C. Względna wilgotność powietrza powinna przekraczać 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 ežektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powietrza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenie preparatu poza granice opryskiwanej plantacji. Gdy zabiegi wykonywane są w mniej korzystnych warunkach atmosferycznych (np. wietrzna pogoda), a zabiegu nie można przesunąć w czasie, zalecane jest stosowanie rozpylaczy niskoznoszeniowych lub ežektorowych, 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

Tabela 13. 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

mgły, a także 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. Opad deszczu powyżej 2 mm może wyraźnie zmniejszyć skuteczność środka ochrony roślin, jeśli występuje średnio do 3–6 godz. po zabiegu. Skala tego zjawiska jest zależna od preparatu (substancji czynnej, formy użytkowej) i dodatków substancji powierzchniowo-czynnych (np. adiuwantów).

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.

10.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu

Podstawową zasadą dobrej praktyki jest zminimalizowanie pozostałości po wykonaniu zabiegów z użyciem środków ochrony roślin. Po zabiegu zawsze pozostaje

Fot. 25. Zgodnie z normami ISO kolor rozpylacza koduje jego wydajność cieczy w ciągu 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. 26. 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 ężektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 27. 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 ciśnienia 0,3 MPa pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, a drugi jako średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 28. 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 samo (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 29. Rozpylacze o różnym kącie 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. 30. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

problem pozostałości resztek cieczy użytkowej w opryskiwaczu oraz 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 lub 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 (np. herbicyd, regulator wzrostu) stwarza ryzyko uszkodzenia roślin w kolejnym zabiegu. Szczególnie 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 z użyciem fungicydów lub insektycydów.

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) usunięcia 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 lub do systemu ściekowo-kanalizacyjnego albo 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, aby 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, wykorzystując urządzenia techniczne zapewniające biologiczną biodegradację substancji czynnych środków ochrony roślin. 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 wykorzystać specjalnie przystosowane do tego celu stanowiska, zabezpieczające neutralizację pozostałości środków ochrony roślin w cieczy pozostającej po myciu opryskiwaczy w systemach bioremediacji (np. Biobed, Phytobac, Biofilter, Biomassbed, Vertibac) albo 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.

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

Dojrzewanie prosa rozpoczyna się w drugiej połowie sierpnia i może przedłużyć się nawet do drugiej połowy września. Zarówno w źdźbłach, jak i w obrębie pojedynczej wiechy dojrzewanie przebiega nierównomiernie, stąd wynikające straty z powodu osypywania się ziaren. Bardzo ważne jest dokonanie zbioru we właściwym czasie, aby zebrać ziarno dojrzałe i zapobiec jego osypywaniu. Zazwyczaj termin zbioru przypada w trzeciej dekadzie sierpnia lub w pierwszej dekadzie września. Zbiór kombajnem wykonuje się w fazie dojrzałości pełnej całej wiechy. W sprzyjających warunkach pogody taki sposób zbioru zapewnia najmniejsze straty plonu, ale ziarno wymaga dosuszenia do poziomu 15% wilgotności. Tradycyjnego dwuetapowego zbioru dokonujemy, gdy nasiona górnej części wiechy są w pełni dojrzałe, w środkowej części osiągają dojrzałość woskową, a w dolnej części występuje początek dojrzałości woskowej (Matczuk 2007).

12. SZKODNIKI MAGAZYNOWE PROSA

Proso nie jest zbyt popularną rośliną uprawną w Polsce, stąd brak jest opracowanych skutecznych metod ochrony przechowywanego ziarna przed stratami spowodowanymi przez szkodniki. Nasiona prosa posiadają twardą i gładką okrywę nasienną, która stanowi naturalną przeszkodę, trudną do pokonania dla większej części typowych szkodników magazynowych z grupy owadów i roztoczy. Dlatego też większość z nich zasiedla surowiec z domieszką różnych zanieczyszczeń oraz uszkodzonych ziaren, gdzie dostęp do ich wnętrza nie jest już problemem. Szkody w magazynach z ziarnem prosa mogą powodować, oprócz wymienionych wyżej bezkręgowców, również mikroorganizmy – bakterie i grzyby, oraz kręgowce – gryzonie, a w bardzo nieszczelnych obiektach również ptaki.

Szkodniki magazynowe mogą powodować takie straty, jak:

- utrata masy ziarna prosa (wyjadanie ich wnętrza);
- zanieczyszczenie surowca wylinkami, odchodami, martwymi ciałami, przędzą oraz różnego rodzaju wydzielinami, np. toksycznymi dla ludzi i zwierząt benzochinonami [w przypadku chrząszczy z rodziny czarnuchowatych (Tenebrionidae)] (Hagstrum i Milliken 1988) lub intensywnie pachnącymi feromonami (np. kapturnik zbożowy).

Bezkręgowce oraz ich wydzieliny stanowią zanieczyszczenie surowca, które w przypadku niektórych gatunków (np. larw chrząszczy z rodziny skórnikowatych) oraz roztoczy, mogą być przyczyną chorób układu oddechowego ludzi i zwierząt.

12.1. Najważniejsze gatunki szkodników w magazynach prosa

Owady

Ziarno prosa jest atrakcyjne dla wieku gatunków owadów. W ziarnie i w produktach rozdrobnionych z prosa stwierdzono rozwój wielu chrząszczy, m.in. rozpłaszczyka rdzawego [*Cryptolestes ferrugineus* (Steph.)] (fot. 31), spichrzeli: surynamskiego [*Oryzaephilus surinamensis* (L.)] (fot. 32) i orzechowca (*O. mercator* Fauv.) (Sinha 1972), trojszyków: ulca (*Tribolium confusum* Duv.) (fot. 33) (Sinha 1972; Gueye i Delobel 1999) i gryzącego [*T. castaneum* (Herbst)] (Sinha 1972; Roorda i wsp. 1982; Gueye i Delobel 1999) oraz wołka kukurydzowego (*Sitophilus zeamais* Motsch.) (Babarinde i wsp. 2008). Rozwój czarnucha kuchennego (*Latheticus oryzae* Waterh.) stwierdzono jedynie w produktach rozdrobnionych wytworzonych z prosa (Pant i wsp. 1957).

Fot. 31. Chrząszcze rozpłaszczyka rdzawego na ziarnie prosa – po lewej samiec, po prawej samica (fot. T. Klejdysz)

Fot. 32. Chrząszcz spichrzela surynamskiego na ziarnie prosa (fot. T. Klejdysz)

Fot. 33. Larwa (u góry) i chrząszcz trojszyka ulca na ziarnie prosa (fot. T. Klejdysz)

Fot. 34. Gąsienica omacnicy spichrzanki oraz roztocze magazynowe na ziarnie prosa (fot. T. Klejdysz)

Fot. 35. Motyl omacnicy spichrzanki na ścianie magazynu (fot. T. Klejdysz)

Oprócz chrząszczy ziarno prosa i produkty z niego wytworzone mogą zasiedlać i niszczyć szkodniki z rzędu motyli: mklik daktylowiec [*Cadra cautella* (Walk.)] (Bhattacharya i wsp. 1976; Gueye i Delobel 1999), omacnica spichrzanka [*Plodia interpunctella* (Hüb.)] (fot. 34 i 35) oraz omacnica ryżanka (*Corcyra cephalonica* Staint) (Uberoi 1961; Osman 1986; Gueye i Delobel 1999), która jednak w Polsce nie była obserwowana od bardzo dawna. Zawilgocone, porośnięte lub uszkodzone przez szkodniki ziarniaki prosa mogą zasiedlać inne gatunki chrząszczy z rodzin: pustoszowatych (Ptinidae), wymiecinkowatych (Latridiidae), zatęchlakowatych (Cryptophagidae) oraz skórnikowatych (Dermestidae).

Biologia, fenologia i warunki rozwoju poszczególnych gatunków owadów – szkodników magazynowych mogą znacznie się różnić. Rozwój zdecydowanej większości z nich możliwy jest w zakresie temperatury 20–35°C i przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej 70–80%. W optymalnych i suboptymalnych warunkach chrząszcze magazynowe rozwijają kilka lub nawet kilkanaście pokoleń w ciągu roku, a w niekorzystnych warunkach tylko jedno.

Roztocze

Ważną grupę szkodników, która uaktywnia się szczególnie przy podniesionej wilgotności surowca, stanowią roztocze magazynowe należące do dwóch rodzin: rozkruszkowate (Acaridae) (fot. 36) i roztoczkowate (Glycyphagidae) (Boczek i Czajkowska 1996). Należą one do szkodników wtórnych i rozmnażają się masowo, gdy wilgotność w przechowywanym ziarnie wzrośnie. Nieco mniejszy wpływ na ich rozwój ma temperatura otoczenia. Niektóre gatunki mogą rozwijać się nawet w temperaturze od 3°C, jednak rozwijają się zdecydowanie

lepiej w wyższych temperaturach. Optimum to około 20–24°C. Częstymi bywalcami magazynów są też roztocze z podrzędu Mesostigmata, które trafiają do nich z pól wraz z plonem. Zwykle jednak nie rozmnażają się masowo, a ich szkodliwość jest ograniczona. Roztocze magazynowe mają niewielkie rozmiary i długość ich ciała nie przekracza 1 mm. Bez użycia lupy lub innego przyrządu powiększającego są trudno dostrzegalne. Całe ciało roztoczy pokrywają liczne, najczęściej odstające i różnej długości, rzadko rozmieszczone szczeciny, czasami rozwidlone. Pełnią one m.in. funkcje czuciowe, a ich układ, długość i liczba są ważnymi cechami diagnostycznymi, umożliwiającymi odróżnianie poszczególnych gatunków. Rozkruszki i roztoczki charakteryzują się ogromną płodnością i często niezwykle krótkim czasem rozwoju pełnego pokolenia, wynoszącym niekiedy jedynie nieco ponad tydzień. Te cechy roztoczy magazynowych sprawiają, że posiadają one ogromny potencjał rozrodczy i pomimo niewielkich rozmiarów ciała mogą w krótkim czasie osiągnąć duże zagęszczenie i niszczyć znaczne ilości magazynowanego plonu.

Fot. 36. Roztocze z rodziny rozkruszkowatych na ziarnie prosa (fot. T. Klejdysz)

Gryzonie i ptaki

Istotną grupą szkodników magazynowych są kręgowce, a wśród nich gryzonie i ptaki. Mogą one powodować znaczne szkody, zjadając ziarniaki prosa i zanieczyszczając surowiec odchodami, sierścią i piórami. Są też wektorami licznych, groźnych dla ludzi i zwierząt patogenów powodujących choroby (Dudek i Tryjanowski 2013, 2016). Zarówno gryzonie, jak i ptaki mogą przenosić na ciele roztocze magazynowe. Największe znaczenie wśród gryzoni w magazynach prosa mają: mysz domowa, mysz polna oraz szczur śniady i wędrowny. Gryzonie te w obiektach nieodpowiednio zabezpieczonych mogą być wyjątkowo uciążliwe i czynić duże szkody. Pozbycie się ich wymaga sporo wysiłku, czasu i wiedzy, gdyż np. szczury są bardzo inteligentne i szybko uczą się unikania nowych niebezpieczeństw. Odznaczają się również bardzo wysoką płodnością. W ciągu roku może pojawiać się kilka miotów z co najmniej kilkoma młodymi, które szybko dojrzewają i dalej się rozmnażają. Gryzonie oprócz zjadania ziarna prosa mogą przegryzać opakowania oraz niszczyć wyposażenie magazynów, a nawet ich elementy konstrukcyjne.

12.2. Ograniczenie strat powodowanych przez szkodniki magazynowe

W ochronie magazynowanych produktów spożywczych, w tym prosa, obowiązują zasady integrowanej ochrony roślin, które w pierwszej kolejności obejmują metody zapobiegawcze pojawieniu się szkodliwych organizmów. Podstawowe zasady integrowanej ochrony magazynów z ziarnem prosa przed szkodami wymienione zostały poniżej.

- Obiekty służące do magazynowania zbiorów prosa powinny być szczelne i odpowiednio wyposażone. Nie powinno się adaptować do tego celu obiektów o innym przeznaczeniu. Magazyny, w których składuje się proso powinny być wyposażone w systemy monitoringu załadunku, rozładunku oraz przewietrzania i dosuszania surowca.
- Przed zdeponowaniem w magazynie plonu należy zadbać o jego czystość: pozbyć się wszelkich zanieczyszczeń, pyłów, kurzu, pajęczyn i innych. Puste magazyny należy poddać dezynsekcji. Czyszczone powinny być również urządzenia służące do zbioru i transportu plonu oraz inne mające kontakt z ziarnem.
- Do magazynu powinny trafiać ziarna wysokiej jakości, o jak najmniejszym udziale tych z uszkodzonymi okrywami nasiennymi, oczyszczone z części zielonych roślin, pyłu i innych zanieczyszczeń. Przy wprowadzaniu do magazynu partii ziarna od innych plantatorów należy zachować szczególną ostrożność. Każdorazowo pobierać próbki i wykonać analizę na obecność szkodników.
- W magazynie powinny panować odpowiednie warunki przechowywania: niska wilgotność i niska temperatura, które uniemożliwiają namnażanie się szkodników do poziomu mogącego wyrządzić szkody.

- W magazynach należy prowadzić ciągły monitoring pojawu owadów szkodliwych poprzez częste inspekcje, pobieranie i analizowanie próbek oraz stosowanie pułapek: feromonowych, typu „pitfall", podłogowych, lepowych i innych. Niezbędny jest też odpowiednio zaprojektowany system zabezpieczający przedostawaniu się do magazynów gryzoni i ptaków oraz monitoringu ich obecności.

12.3. Zwalczanie szkodników magazynowych

W przypadku pojawienia się w magazynie szkodników należy podjąć stosowne działania zmierzające do ochrony zgromadzonego surowca. Do wykorzystania jest szereg metod, z których priorytet powinny mieć metody niechemiczne, np. przewietrzenie, dosuszenie oraz obniżenie temperatury ziarna. W przypadku zwalczania gryzoni można wykorzystać metody mechaniczne, polegające na stosowaniu różnego rodzaju pułapek.

Jeżeli metody niechemiczne zawiodły, wówczas należy użyć metody zakładającej wykorzystanie preparatów chemicznych. Stosowanie ich zawsze powinno być zgodne z zapisami etykiet poszczególnych preparatów, gdyż są to środki o wysokiej toksyczności, a dodatkowo stosowane w zamkniętych pomieszczeniach stwarzają duże zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz zwierząt. Używanie preparatów o działaniu gazowym, tzw. fumigantów, dozwolone jest wyłącznie przez osoby, które ukończyły stosowne szkolenie z zakresu stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji.

13. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE I PTAKI

Proso zwyczajne (*Panicum miliaceum*) jest jednorocznym zbożem o wyraźnie owłosionych źdźbłach i liściach, co może wpływać na mniejszą atrakcyjność tej rośliny dla niektórych gatunków roślinożerców. Owocem prosa jest ziarniak o kształcie okrągłym lub owalnym, otoczony szczelnie przylegającymi plewkami, które utrudniają zwierzętom zjadanie ziarniaków tym bardziej, że ziarna są małe (masa 1000 ziaren wynosi ok. 6–8 g). Ziarniaki prosa zawierają znaczne ilości fosforu, wapnia, cynku, jodu, potasu, sodu, magnezu i bromu, witamin B1 i B2 (dwukrotnie więcej niż ziarniaki pszenicy i żyta), B6, PP, A w formie karotenów i inne. Ziarno prosa, podobnie jak ziarno kukurydzy i pszenicy, zawiera około 10–14% białka, nie zawiera natomiast glutenu. W skład zawartego w nich tłuszczu wchodzą głównie, cenne pod względem dietetycznym, kwasy nienasycone. Ziarno prosa odznacza się dobrą przyswajalnością białka – 85%, tłuszczów – 90% i węglowodanów – 98%, ponadto jest zasadotwórcze, przez co korzystnie wpływa na układ pokarmowy i oddechowy. Zawiera także bardzo cenną krzemionkę. Wyniki ostatnich badań wskazują, że zboże to dorównuje wartością paszową pszenicy i ma wiele cennych właściwości zdrowotnych, między innymi posiada działanie przeciwgrzybiczne i przeciwbakteryjne oraz wzmacnia kości. Często więc w obwodach łowieckich zakłada się poletka żerowe z uprawą prosa czarnego. Materiałem żywieniowym dla zwierzyny płowej i dzików docelowo stają się nasiona, które produkowane są w tak olbrzymich ilościach, że żerowanie zwierzyny w żaden sposób nie ogranicza możliwości samoodradzania się poletek żerowych prosa czarnego. Poniżej podano ogólną charakterystykę prozdrowotną i żywieniową ziarna prosa.

Wartość energetyczna ziarna prosa w 100 gramach wynosi 378 kcal, woda 8,7 g, popiół 3,3 g, białko ogółem 11,3 g, białko roślinne 11 g, węglowodany ogółem 78 g, błonnik pokarmowy 8 g, izoleucyna 465 mg, leucyna 1400 mg, lizyna 212 mg, metionina 221 mg, cystyna 212 mg, fenyloalanina 580 mg, tyrozyna 340 mg, treonina 353 mg, tryptofan 119 mg, walina 578 mg, arginina 382 mg, histydyna 236 mg, alanina 986 mg, kwas asparginowy 726 mg, kwas glutaminowy 2396 mg, glicyna 287 mg, prolina 877 mg, seryna, sód 5 mg, potas 195 mg, wapń 8 mg, fosfor 285 mg, magnez 114 mg, żelazo 3 mg, cynk 1,7 mg, miedź 0,7 mg, mangan 1,6 mg, jod 2,7 mg, witamina E (ekwiwalent alpha-tokoferolu) 0,1 mg, witamina B1 (tiamina) 0,4 mg, witamina B2 (ryboflawina) 0,3 mg, niacyna 4,7 mg, witamina B6 (pirydoksyna) 0,4 mg, foliany (kwas foliowy) 85 μg, witamina B12 (cyjanokobalamina) 0 μg, kwas laurynowy 0,003 g, kwas palmitynowy

heksadekanowy 0,528 g, kwas stearynowy 0,154 g, kwas oleinowy oktadekanowy 0,739 g, kwasy tłuszczowe jednonienasycone ogółem 0,8 g, kwasy tłuszczowe wielonienasycone ogółem 2,1 g.

Uprawy prosa we wszystkich fazach wegetacji są narażone na szkody powodowane przez niektóre gatunki roślinożernych zwierząt łownych oraz ptaki. W Polsce sprawcami szkód w uprawach prosa mogą być przede wszystkim zwierzęta jeleniowate: łoś euroazjatycki (*Alces alces* L.), jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.), daniel zwyczajny (*Dama dama* L.) i sarna (*Capreolus caoreolus* L.). Zwierzęta te jako przeżuwacze z łatwością trawią części zdrewniałe i plewki nasion prosa. Pewnych szkód należy spodziewać się również ze strony dzika (*Sus scrofa* L.), dla którego szczególnie atrakcyjne są ziarniaki prosa od fazy dojrzałości mlecznej, ponieważ nie zawierają glutenu – dziki nie trawią tego białka, dlatego w ograniczonym stopniu zjadają ziarniaki pszenicy i innych zbóż (Cichocki i wsp. 2015). W ostatnich kilku dekadach w całej Europie nastąpił, w różnym nasileniu, duży przyrost liczebności populacji dzikich zwierząt kopytnych.

W okresie wegetacji pędy i liście roślin prosa, pomimo grubych omszonych łodyg i włosków na liściach, stanowią dla wszystkich wymienionych gatunków zwierząt łownych wysokobiałkową paszę, w której mogą odnaleźć prozdrowotne substancje instynktownie poszukiwane przez te zwierzęta, wykazujące działanie przeciwutleniające, a także grzybobójcze i owadobójcze.

W zależności od dostępności w środowisku różnych rodzajów pokarmu, na wielkość szkód wpływa skład chemiczny oraz wartość energetyczna i strawność roślin. Dla jeleniowatych i dzika nasiona prosa stanowią źródło białka (10–14%) o dobrze zbilansowanym składzie aminokwasowym, co wpływa na ich wysoką strawność. Ponadto nasiona prosa, podobnie do gryki, nie zawierają glutenu, przez co są chętniej zjadane przez dzika niż nasiona zbóż zawierające to białko. Ziarniaki prosa są dla wymienionych gatunków zwierząt również źródłem skrobi, której zawartość może, w zależności od odmiany, wynosić ponad 70%. Uszkodzenia roślin w okresie wegetacji, która w przypadku prosa jest stosunkowo krótka (80–115 dni), polegają na przygryzaniu łodyg i liści, a także na tratowaniu i łamaniu roślin. Pod koniec wegetacji zjadane są głównie nasiona. Hodowcy prosa u roślin zgryzanych przez jeleniowate obserwują wyższy poziom występowania chorób takich jak rdze (*Puccinia* spp.), choć obserwacje te nie są dotychczas potwierdzone badaniami naukowymi. Można jednak przyjąć, że podobnie jak to ma miejsce u innych gatunków roślin, zarodniki grzybów wnikają do roślin prosa poprzez zranienia powodowane przez omawiane gatunki zwierząt. Ponadto, zwierzęta odżywiając się porażoną przez grzyby rośliną, stają się wektorami zarodników i przenoszą je na inne, zdrowe rośliny, zarówno na odnóżach, jak i przez zgryzanie. Wszystkie części roślin, praktycznie na każdym etapie rozwoju roślin prosa, mogą być porażane przez sprawców chorób na skutek zranień. Porażenie łodyg oraz korzeni przez grzyby powoduje ograniczenie przewodzenia substancji

pokarmowych i wody, co skutkuje więdnięciem i zamieraniem roślin. Porażeniu ulegają również kwiatostany, co często bezpośrednio powoduje redukcję plonu przez osypywanie się nasion prosa (Jajor i wsp. 2008; Węgorek i wsp. 2014).

Zwiększone ryzyko uszkodzeń upraw prosa przez omawiane gatunki jeleniowatych i dzika wynika, jak wspomniano, z nadmiernego rozwoju ich populacji, a co za tym idzie, ze zbyt dużą liczebnością w Polsce w ostatnich latach. Kolejna przyczyna wiąże się z niepokojem w leśnych ostojach i nadmiernym stresem. Powoduje to zmiany w zachowaniu zwierząt i zwiększenie zapotrzebowania na energetyczny pokarm. Zapotrzebowanie pokarmowe i sposób zachowania w środowisku poszczególnych gatunków zwierząt mają bezpośredni wpływ na zagrożenie wystąpienia szkód w uprawach prosa.

W związku z zagrożeniami wystąpienia szkód łowieckich należy przestrzegać integrowanych programów ochrony roślin uwzględniających ryzyko wynikające z możliwości przebywania i żerowania zwierząt łownych. Należy więc zacząć od wyboru stanowiska, które powinno uwzględniać możliwość migracji i żerowania zwierząt kopytnych. W miarę możliwości należy uprawiać więc proso w oddaleniu od miejsc ostojowych (lasów, bagien, trzcinowisk). Ważne są zabiegi uprawowe niszczące szkodniki glebowe (gryzonie polne, rolnice, drutowce, pędraki i inne), które są przysmakiem dzika. W razie dużego zagrożenia zaleca się metody ochrony – mechaniczne i chemiczne o różnych sposobach działania podanych w tabelach 14 i 15.

Metoda mechaniczna polega na stosowaniu urządzeń blokujących dostęp do chronionej powierzchni lub przez bezpośredni bodziec, powodujących

Tabela 14. Charakterystyka sygnałów wpływających na zachowanie dzikich zwierząt w ich środowisku

Cecha sygnału lub bodźca	**Sygnał lub bodziec**			
	wizualny	**dotykowy (bólowy)**	**dźwiękowy**	**chemiczny**
Zasięg	średni	bardzo krótki	daleki	bardzo daleki
Szybkość dotarcia informacji	duża	duża	duża	średnia
Możliwość omijania przeszkód	słaba	słaba	duża	bardzo duża
Możliwość lokalizacji źródła	duża	duża	średnia	zmienna
Koszt zastosowania	niski	niski	duży	niski
Siła oddziaływania	duża	niska	duża	bardzo duża

Tabela 15. Reakcje zwierząt na działanie bodźców wykorzystywanych w repelentach i atraktantach

Bodziec	Percepcja	Reakcja
bólowy	ból	ucieczka
lękowy	lęk	unikanie, ucieczka
apetytywny	apetyt	dążenie do osiągnięcia celu

u zwierzęcia odruch lękowy. Do tego typu urządzeń należą wszelkiego rodzaju płoty, siatki i ogrodzenia, w tym tak zwane pastuchy elektryczne, urządzenia akustyczne – armatki gazowe, sznury z ładunkami hukowymi, urządzenia elektroniczne emitujące flesze świetlne lub uwalniające różne zapachy. Pomocą w sygnalizacji i lokalizacji zwierząt wchodzących na plantację mogą być działające całą dobę fotopułapki, przesyłające zdjęcia lub filmy informujące o wejściu zwierząt na plantację.

W metodzie chemicznej stosuje się syntetyczne lub naturalne substancje o działaniu repelentnym (repelenty) lub wabiącym (atraktanty). Sposoby stosowania tych środków podane są w etykietach ‑ instrukcjach stosowania. Mechanizm ich działania polega na emitowaniu lub uwalnianiu zapachu lub smaku, które poprzez skojarzenie instynktowne bądź wyuczone powodują zamierzoną reakcję zwierząt. Repelenty zapachowe oparte są najczęściej na kwasach karboksylowych występujących w pocie człowieka lub feromonach drapieżcy – na przykład wilka. Spośród substancji czynnych repelentów do odstraszania zwierząt w uprawach prosa należy wymienić dodatkowo tiuram, ziram, metiokarb oraz benzoesan denatonium (substancja organiczna o najbardziej znanym gorzkim smaku). Stosuje się również środki biotechniczne, na przykład olej rybi lub piasek kwarcowy. Stosując wymienione środki, należy przestrzegać ogólnych zasad zapobiegania uodpornianiu się agrofagów.

Szkodnikami prosa w okresie dojrzałości nasion mogą być wróble. W Polsce występują dwa blisko ze sobą spokrewnione gatunki – wróbel zwyczajny, zwany też domowym (*Passer domesticus* L.), oraz wróbel mazurek, zwany też polnym (*Passer montanus* L.). Pierwszy z nich związany jest z siedliskami ludzi, drugi występuje wśród zarośli, zadrzewień i zakrzewień śródpolnych. Oba gatunki wyprowadzają 2–3 lęgów rocznie i oba podlegają w naszym kraju ścisłej ochronie gatunkowej.

Stada wróbli lokalnie mogą nalatywać na uprawy prosa i wyjadać nasiona, a także powodować ich osypywanie się. W okolicach licznego występowania wróbli straty plonów mogą sięgać 20–25%. Z powodu ochrony gatunkowej i w myśl art. 52 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody, nie wolno tych ptaków zabijać, niszczyć ich gniazd, jaj, siedlisk, nie wolno ich nawet płoszyć ani

niepokoić. Wynika z tego, że nie ma obecnie możliwości ochrony chemicznej czy też fizycznej plantacji prosa przed wróblami, a jedyną metodą ograniczania szkód jest właściwy dobór miejsca założenia plantacji. Ponieważ wróble są silnie przywiązane do swoich miejsc gniazdowania, można przewidzieć, czy dana uprawa będzie zagrożona ich żerowaniem.

14. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

14.1. 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 oznacza odporność, bowiem nieskuteczność działania herbicydu może 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 różne miejsca na plantacji;
3) pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone;
4) z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku;
5) na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania;
6) na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten 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 niechemicznej (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 maksymalnie 50% 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 stosowanie 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, niż u gatunków o mniejszym zróżnicowaniu biologicznym i genetycznym. Obecnie w Polsce odporność rozwija się najszybciej u takich gatunków jednoliściennych, jak: miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*), w mniejszym stopniu owies głuchy (*Avena fatua*), stokłosa (*Bromus* spp.). Spośród gatunków dwuliściennych najszybciej uodparnia się 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 nabyły już odporność na herbicydy. Każdy producent roślinny i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg HRAC i dokonywać ich rotacji zgodnie z tabelą 16. 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 może znacznie przyczynić się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności – zwiększyć prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 16., 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 16. 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 16. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – 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
		sulfonyloaminokarbony-lotriazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibitory 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 16. 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		acetochlor dimetachlor matazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N		prosulfokarb etofumesat
Syntetyczne auksyny	O		2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z		chinochlamina siarczan żelaza

14.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

Odporność grzybów na fungicydy ma miejsce wtedy, gdy dotychczas stosowana substancja czynna zawarta w środku ochrony roślin staje się mniej skuteczna lub całkowicie nie zwalcza określonego gatunku grzyba. Z jednej strony zjawisko to związane jest z naturalną zmiennością organizmów (powstaje w wyniku rozmnażania płciowego, mutacji itp.), a 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 substancji czynnej prowadzi do niedostatecznego zwalczania grzyba chorobotwórczego, może oznaczać, że mamy do czynienia ze zjawiskiem uodparniania. Sytuacja taka dotyczy przede wszystkim substancji czynnych fungicydów działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie jest uwarunkowane tylko jednym genem. Wówczas bardzo łatwo może dojść do mutacji w obrębie tego genu i w rezultacie do powstania formy odpornej grzyba na substancję czynną. Takim selektywnym mechanizmem działania charakteryzują się powszechnie stosowane na plantacjach substancje czynne należące m.in. do grup benzimidazoli i imidazoli, a także do triazoli czy strobiluryn wykazujących średnią selektywność.

W wyniku presji selektywnej wywieranej przez stosowane fungicydy, wrażliwe populacje grzyba, które wcześniej istniały w środowisku oraz powstałe w wyniku zmienności lub mutacji, są eliminowane, a formy odporne rozwijają się i rozmnażają (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 daną substancję czynną jest odporna również na inne substancje czynne 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 substancje czynne zależy między innymi 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 działające nieselektywnie 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 (Kryczyński i Weber 2010). Właściwości tych substancji są wykorzystywane między innymi w realizowaniu strategii antyodpornościowej lub do zwalczania odpornych form patogenów.

Jeżeli przeciwko sprawcom chorób wykorzystywane będą substancje czynne należące np. do grupy chemicznej triazoli lub benzimidazoli, to istnieje realne niebezpieczeństwo powstania odporności. Jest to bardzo prawdopodobne, zwłaszcza gdy zarejestrowana będzie początkowo jedna lub dwie substancje czynne i jeśli zwalczany organizm chorobotwórczy, np. grzyb patogeniczny, będzie podlegał zjawisku uodpornienia. 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 substancje czynne fungicydów w uprawach różnych roślin. Na przykład, gdy do zwalczania *B. cinerea* – sprawcy szarej pleśni – użyta będzie, w przypadku zarejestrowania, substancja czynna z grupy chemicznej benzimidazoli, to ryzyko, że ten gatunek grzyba może się na nią uodpornić jest wysokie. Natomiast przy ewentualnym zastosowaniu substancji czynnej z grupy dikarboksyamidów będzie ono niższe, ale nie oznacza to, że nie wystąpi po dłuższym czasie jej stosowania.

Jeżeli pojawi się konieczność oraz możliwość zwalczania sprawców chorób, należy pamiętać o przestrzeganiu kilku ważnych zasad, dzięki którym nie zmniejszy się skuteczność działania zastosowanych substancji czynnych.

Do najważniejszych reguł przeciwdziałania wystąpienia odporności grzybów należą:

- stosowanie jeden raz w sezonie wegetacyjnym określonej substancji czynnej, zwłaszcza selektywnej,
- przemienne stosowanie fungicydów z substancjami czynnymi należącymi do różnych grup chemicznych, najlepiej wielkoskładnikowych, wśród których są substancje czynne o działaniu nieselektywnym,
- wykonanie zabiegu w optymalnym terminie, najlepiej poprzedzającym pojawienie się widocznych objawów obecności grzyba chorobotwórczego,
- stosowanie środka w zalecanej dawce podanej w etykiecie środka,
- stałe monitorowanie poziomu wrażliwości zwalczanego grzyba,
- w przypadku zaobserwowania obniżonej skuteczności działania fungicydu z daną substancją czynną, który zarejestrowany jest jako jedyny w danej grupie – zrezygnowanie z jego stosowania do czasu, gdy patogen ponownie nie uwrażliwi się na tę substancję czynną,
- gdy tylko jest to możliwe, stosowanie metod niechemicznych (metody biologicznej, hodowlanej i agrotechnicznej), ponieważ w ten sposób ogranicza się stosowanie środków chemicznych, co 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 17., 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 17. 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
	C3	strobiluryny	azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, krezoksym metylowy, pikoksystrobina, piraklostrobina, trifloksystrobina

Tabela 17. 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	oksazolidyny	famoksat
	C3	imidazoliny	fenamidon
	C4	cyjanoimidiazole	cyjazofamid
	C5	pochodne aniliny	fluazynam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	pochodne pirymidynoamin	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
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	G1	imidazole	imazalil, prochloraz
	G1	triazole	bromukonazol, cyprokonazol, difenokonazol, epoksykonazol, flutriafol, fenbukonazol, ipkonazol, metkonazol, myklobutanil, penkonazol, propikonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol, triadimenol, tritikonazol
	G2	ketoaminy	spiroksamina

Tabela 17. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	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	iminoacetylomoczniki	cymoksanil
	U	fosfoniany	fosetyl-Al, fosfonian dipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonu difenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna
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

14.3. 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, liczba 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 prosie 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 przez 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 zgodnie 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.

15. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY PROSA

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 osoba prawna i podlega bezpośrednio ministrowi rolnictwa i rozwoju wsi. Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego z uwagi na wejście w życie ustawy z dnia 22 czerwca 2016 roku o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego stały się państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 roku wprowadziła podległość wojewódzkich jednostek doradztwa rolniczego do ministra właściwego do spraw rozwoju wsi.

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 w Unii Europejskiej regulacje prawne, dotyczące funkcjonowania Systemu Doradztwa Rolniczego (Farm Advisory System – FAS), nakładają na administrację państw członkowskich wymóg zapewnienia rolnikom właściwego dostępu do doradztwa rolniczego. Zgodnie z oczekiwaniami Komisji Europejskiej, System Doradztwa Rolniczego powinien być sprawny i merytorycznie przygotowany do wdrażania rozwiązań planowanych do realizacji w latach 2014–2020.

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej izb rolniczych, działających na podstawie ustawy z 14 grudnia 1995 r. (Dz.U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. z 2013 r. poz. 672.).

Aby korzystać ze wsparcia w ramach działania „Korzystanie z usług doradczych przez rolników i posiadaczy lasów", firmy prywatne muszą uzyskać akredytację ministra rolnictwa i rozwoju wsi.

Instytucją odpowiedzialną za doskonalenie zawodowe w zakresie problematyki rolnictwa i rozwoju obszarów wiejskich doradców rolniczych jest Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Poprzez szkolenia, CDR przygotowało doradców do realizacji działań w ramach polityki rolnej i PROW 2007–2013 oraz PROW 2014–2020.

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

– doradca rolniczy, posiadający uprawnienia do świadczenia usług doradczych na temat wzajemnej zgodności;
– doradca rolnośrodowiskowy, świadczący usługi doradcze w ramach programów rolnośrodowiskowych;
– ekspert przyrodniczy, świadczący usługi doradcze (sporządzający ekspertyzy przyrodnicze) w ramach programów rolnośrodowiskowych;
– doradca leśny.

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

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

Doradztwo w ramach programu rozwoju obszarów wiejskich 2014–2020

Celem działań Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020: „Transfer wiedzy i działalność informacyjna" oraz „Usługi doradcze, usługi z zakresu zarządzania gospodarstwem rolnym i usługi z zakresu zastępstw", jest zapewnienie dostępu do nowoczesnej wiedzy rolnikom i posiadaczom lasów. Świadczone na ich rzecz doradztwo, a także promocja i upowszechnianie innowacji polega na stymulowaniu współpracy między podmiotami działającymi w rolnictwie, łańcuchu żywnościowym oraz sektorze badań i rozwoju. Wszystkie podmioty doradcze (publiczne i prywatne) zostaną włączone w działania PROW 2014–2020, realizując, jako beneficjenci, projekty w zakresie szkoleń (działanie „Transfer wiedzy i działalność informacyjna") czy doradztwa (działanie „Usługi doradcze, usługi z zakresu zarządzania gospodarstwem rolnym i usługi z zakresu zastępstw"). Wybór beneficjentów tych działań będzie się odbywał zgodnie z zasadami zamówień publicznych. Realizacja przewidywanych działań z obszaru doradztwa rolniczego w latach 2014–2020 wymaga rozwoju zakresu i poziomu wiedzy pracowników doradztwa rolniczego.

Wymagania dotyczące integrowanej produkcji i ochrony roślin, wynikające z wielu aktów prawnych, określają następujące cele:

– zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego, wynikających ze stosowania pestycydów;
– poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów;
– ograniczenie stosowania szkodliwych substancji czynnych przez zastąpienie ich bezpieczniejszymi substancjami czynnymi lub zastosowanie metod niechemicznych;
– wspieranie stosowania niskich dawek lub prowadzenia upraw bez chemicznej ochrony;
– wzrost świadomości producentów rolnych i promowanie stosowania integrowanej ochrony roślin, Kodeksów Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

Zgodnie z art.14 Dyrektywy 2009/128/WE wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia do dnia 1 stycznia 2014 roku ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin.

Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin stanowi wykonanie zobowiązań wynikających z postanowień Dyrektywy 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 r., 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 służy także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

Ograniczanie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin jest warunkiem rozwoju rolnictwa zrównoważonego oraz przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego. Wdrażanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, a także ograniczenie zależności ochrony roślin od preparatów chemicznych, zapewni zaspokojenie potrzeb ekonomicznych rolników przy zachowaniu biologicznej różnorodności zasobów środowiska naturalnego obszarów wiejskich. Wprowadzeniu i realizacji założeń integrowanej ochrony roślin towarzyszy wiele działań i aktów prawnych, których zadaniem jest wspieranie i przyspieszanie tych procesów (Mrówczyński 2013).

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej 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 producenci rolni 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 okazać się zastosowanie skutecznego pestycydu wywierającego najmniejszy wpływ na środowisko i ludzi. W przypadku szkodników nie można

zapomnieć o sprawdzeniu ilości pożytecznych organizmów, np. owadów, których obecność może sugerować, że populacja szkodników zmaleje bez interwencji;

– **sygnalizacja:** polega na powiadomieniu producenta przez służby doradcze ochrony roślin o pojawieniu się konkretnej choroby, szkodnika, innych agrofagów i konieczności wykonania właściwego zabiegu w określonym terminie.

Uwzględniając priorytety określone w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2017, 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 przyjęto 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 ze szczególnym uwzględnieniem ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w części tych gospodarstw doradcy merytoryczni będą prowadzić obserwacje nasilenia występowania agrofagów w celu uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co 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 on-line z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

Centrum Doradztwa Rolniczego od 2012 roku prowadzi doskonalenie zawodowe doradców w zakresie integrowanej ochrony roślin. W latach 2013–2014 na zlecenie MRiRW zostały zrealizowane projekty szkoleniowe, w ramach których

przeszkolono łącznie 1483 osób. Projekty obejmowały różne formy doskonalenia doradców, takie jak:
- szkolenia e-learningowe;
- praktyczne zajęcia warsztatowe na plantacjach rolniczych, warzywniczych i sadowniczych;
- wyjazdy studyjne do krajów UE.

W trakcie prowadzonych zajęć warsztatowych uwzględniono praktyczne aspekty w zakresie rozpoznawania chorób, szkodników i chwastów na prowadzonych uprawach.

W latach 2012–2013 opracowano publikację dotyczącą integrowanej ochrony roślin, która jest dostępna na stronie **www.cdr.gov.pl**.

System doradztwa rolniczego powinien budować program wsparcia intelektualnego polskich producentów rolnych.

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

Realizacja przedsięwzięcia ma także istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczół, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Na platformie znajdują się bowiem zalecenia, 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, nie można liczyć na końcowy sukces.

Wykorzystano informacje z następujących stron:

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

16. FAZY ROZWOJOWE PROSA

Fazy rozwojowe prosa zwyczajnego (*Panicum milaceum* L.) w skali BBCH
Proso jest jednoroczną trawą z rodziny wiechlinowatych (*Poaceae*) o okresie wegetacji trwającym, w zależności od odmiany, od 80 do 120 dni. Jest to odporna na suszę roślina dnia krótkiego, która do wzrostu i rozwoju wymaga dość wysokiej temperatury. Temperatura jest czynnikiem w najwyższym stopniu decydującym o tempie wzrostu i rozwoju prosa. Optimum temperaturowe w dzień to 27–30°C, a minimum temperaturowe przy glebie to 17°C. Minimalna temperatura wymagana nocą to 10°C.

W skali BBCH wyróżnia się 10 głównych faz rozwojowych prosa: 0 – Kiełkowanie (wschody), 1 – Rozwój liści, 2 – Krzewienie, 3 – Strzelanie w źdźbło, 4 – Nabrzmiewanie pochwy liściowej liścia flagowego, 5 – Pojawianie się kwiatostanu, 6 – Kwitnienie, 7 – Rozwój ziarniaków, 8 – Dojrzewanie nasion, 9 – Starzenie i zamieranie (rys. 3) (Matysiak i Strażyński 2018). Proso kiełkuje szybko, już 5 dni po siewie można spodziewać się wschodów.

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0 : Kiełkowanie

00 Suchy ziarniak
01 Początek pęcznienia ziarniaka
03 Koniec pęcznienia ziarniaka
05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z ziarniaka
06 Korzeń zarodkowy wzrasta, widoczne włośniki i korzenie boczne
07 Koleoptyl (pochewka liściowa) wydostaje się z ziarniaka
09 Koleoptyl (pochewka liściowa) przebija się przez powierzchnię gleby (pękanie gleby)

Główna faza rozwojowa 1 : Rozwój liści

10 Z koleoptyla (pochewki liściowej) wydostaje się pierwszy liść
11 Faza pierwszego liścia
12 Faza drugiego liścia
13 Faza trzeciego liścia
1. Fazy trwają aż do...
19 Faza dziewięciu lub więcej liści

Główna faza rozwojowa 2 : Krzewienie

20 Brak rozkrzewień
21 Początek krzewienia: widoczne pierwsze rozkrzewienie
22 Widoczne dwa rozkrzewienia
23 Widoczne trzy rozkrzewienia
2. Fazy trwają aż do...
29 Koniec krzewienia: widoczna maksymalna liczba rozkrzewień

Główna faza rozwojowa 3 : Wydłużanie pędu

30 Początek wzrostu pędu
31 Faza pierwszego międzywęźla
32 Faza drugiego międzywęźla
33 Faza trzeciego międzywęźla
3. Fazy trwają aż do...
39 Faza dziewięciu lub więcej międzywęźli

Główna faza rozwojowa 5 : Pojawianie się kwiatostanu

51 Szczyt kwiatostanu (wiechy) wyłania się z pochwy liścia flagowego
52 Odsłania się 20 % wiechy
53 Odsłania się 30 % wiechy
54 Odsłania się 40 % wiechy
55 Odsłania się 50 % wiechy
56 Odsłania się 60 % wiechy
57 Odsłania się 70 % wiechy
58 Odsłania się 80% wiechy
59 Odsłania się cała wiecha

Główna faza rozwojowa 6 : Kwitnienie

61 Początek kwitnienia: widoczne pierwsze pylniki
62 Dojrzałych 20% pylników
63 Dojrzałych 30% pylników
65 Pełnia kwitnienia: dojrzałych 50% pylników
67 Dojrzałych 70% pylników
68 Dojrzałych 80% pylników
69 Koniec kwitnienia

Główna faza rozwojowa 7 : Rozwój ziarniaków

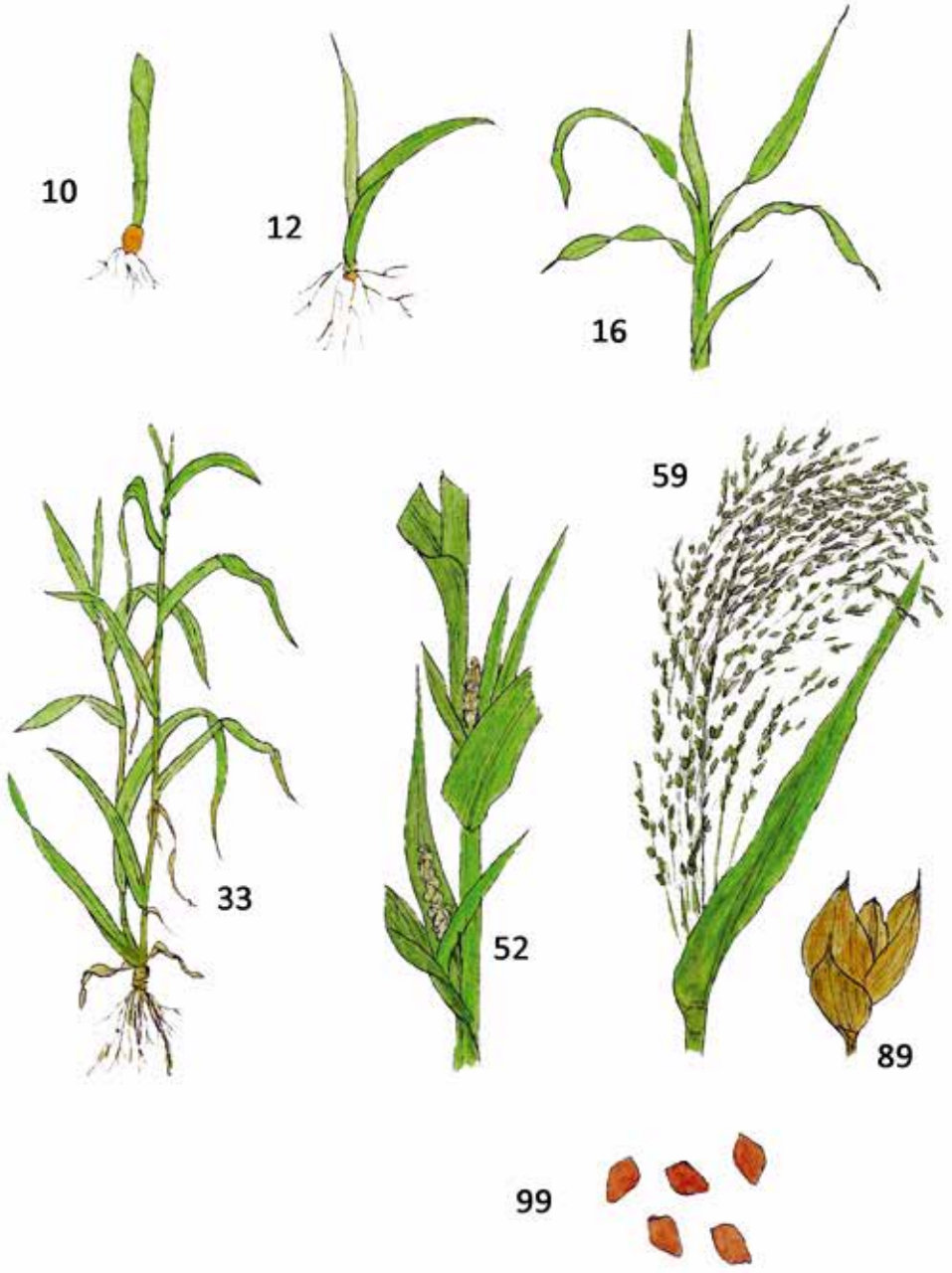
71 Dojrzałość wodna: pierwsze ziarniaki osiągnęły połowę ostatecznej wielkości
73 Dojrzałość wczesnomleczna ziarniaków
75 Dojrzałość średniomleczna: ziarniaki osiągają ostateczną wielkość
77 Dojrzałość późnomleczna ziarniaków

Główna faza rozwojowa 8 : Dojrzewanie

83 Dojrzałość wczesnowoskowa ziarniaków
85 Dojrzałość woskowa miękka: ziarniaki miękkie, ale suche
87 Dojrzałość woskowa twarda: ziarniaki suche, ale jeszcze plastyczne
89 Dojrzałość pełna: ziarniaki twarde

Główna faza rozwojowa 9 : Starzenie

92 Ziarniaki bardzo twarde
97 Roślina więdnie i zamiera
99 Zebrane ziarno, okres spoczynku



Rys. 3. Fazy rozwojowe prosa zwyczajnego (*Panicum milaceum* L.) w skali BBCH (rys. P. Strażyński)

17. 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. 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). 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 i dawka zastosowania, obszar (lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 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 czy uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka w produkcji rolniczej może być również pomocna przy wyborze roślin następczych w płodozmianie.

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników 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 roślin (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/m³], [l/t], [kg/ha], [kg/m], [kg/m³], [kg/t] lub stężenie [%]			faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1.													
2.													
3.													

Źródło: Bereś i Mrówczyński 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 zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
Stosowanie selektywnych środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
Ograniczenie liczby zabiegów	❑/❑	❑	
Redukowanie dawek	❑/❑	❑	
Przemienne stosowanie środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
IV. Czy w ocenie profesjonalnego użytkownika stosowane działania i metody integrowanej ochrony roślin są efektywne?	❑/❑	❑	

Źródło: Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa

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 stosowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, 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 z wymaganiami prawa;
- używanie wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania zezwoleniem/pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa (wpisanych do rejestru środków ochrony roślin);
- używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin;
- prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin;
- przestrzeganie okresów po zastosowaniu środka ochrony roślin, w których 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.

Tabela 20. Lista kontrolna integrowanej ochrony prosa

Lp.	**PYTANIA KONTROLNE**	**Tak / Nie / Nie dotyczy**
	Uprawa przedsiewna	
1.	Czy na polu zastosowano właściwy płodozmian, np. bobowate, ziemniaki?	❑ / ❑ / ❑
2.	Czy zastosowano w miarę możliwości dostateczną izolację przestrzenną od innych upraw zbożowych, zwłaszcza kukurydzy?	❑ / ❑ / ❑
3.	Czy zastosowano bronowanie lub agregat uprawowy w celu ograniczenia siewek chwastów oraz szkodników glebowych?	❑ / ❑ / ❑
	Siew	
4.	Czy zastosowano kwalifikowany materiał siewny?	❑ / ❑ / ❑
5.	Czy siew wykonano w optymalnym terminie i właściwie dobrano normę i parametry siewu?	❑ / ❑ / ❑
	Nawożenie	
6.	Czy stosowano zrównoważone nawożenie po uprzednim bilansie składników pokarmowych i z uwzględnieniem pH gleby?	❑ / ❑ / ❑
	Chwasty, choroby i szkodniki	
7.	Czy jako metody ograniczające agrofagi w pierwszej kolejności zastosowano metody niechemiczne, w tym agrotechniczne?	❑ / ❑ / ❑
8.	Czy zastosowano zabieg herbicydowy w zależności od zastosowanej substancji czynnej – do 3 dni po siewie lub do fazy 3 liści?	❑ / ❑ / ❑
9.	Czy po wschodach w zależności od stopnia zachwaszczenia plantacji stosowano mechaniczne metody regulacji zachwaszczenia pielnikiem wielorzędowym?	❑ / ❑ / ❑
10.	Czy prowadzono systematyczne lustracje pod kątem wystąpienia objawów chorób?	❑ / ❑ / ❑
11.	Czy prowadzono systematyczne lustracje uprawy pod kątem pojawu szkodników, także z wykorzystaniem żółtych naczyń, tablic lepowych, pułapek feromonowych?	❑ / ❑ / ❑

Tabela 20. Lista kontrolna integrowanej ochrony prosa – cd.

Lp.	**PYTANIA KONTROLNE**	**Tak / Nie / Nie dotyczy**
12.	Czy ochrona chemiczna była stosowana jako metoda ostateczna z użyciem wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w uprawie prosa?	❑/❑/❑
13.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu zwalczania uwzględniono zakres ochrony w poprzednim sezonie (odporność), obecność organizmów pożytecznych i bezpieczeństwo zapylaczy?	❑/❑/❑
14.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu korzystano z internetowego systemu sygnalizacji agrofagów (PIORiN) lub sygnalizacji agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego (IOR – PIB w Poznaniu)?	❑/❑/❑
Zbiór i zabiegi pożniwne		
15.	Czy zbiór wykonano w optymalnym terminie i właściwych warunkach pogodowych?	❑/❑/❑
16.	Czy po zbiorach wykonano głęboką orkę przedzimową?	❑/❑/❑
	Podsumowanie	

18. LITERATURA

Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 922 pp.

Anderson R.L., Greb B.W. 1987. Residual herbicides for weed control in proso millet (*Panicum miliaceum* L.). Crop Protection 6 (1): 61–63.

Babarinde S.A., Sosina A., Oyeyiola E.I. 2008. Susceptibility of the selected crops in storage to *Sitophilus zeamais* Motschulsky in southwestern Nigeria. Journal of Plant Protection Research 48 (4): 541–550.

Baltensperger D.D. 1996. Foxtail and Proso Millet. s. 182–190. W: „Progress in New Crops" (J. Janick, red.). ASHS Press, Alexandria, VA, 19 ss.

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

Baskin C.C., Baskin J.M. 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. American Journal of Botany 75 (2): 286–305.

Bastiaans L., Paolini R., Baumann D.T. 2008. Focus on ecological weed management: What is hindering adoption? Weed Research 48 (6): 481–491.

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

Berglund D.R. 2007. Proso Millet in North Dakota. North Dakota State University, Extension Service, A-805 (revised). https://www.ag.ndsu.edu/crops/other-crops/2007-proso-millet [dostęp: 25.10.2018], 9 ss.

Bhattacharya A K., Chaudhary R.R.P., Rathore R.R.S. 1976. Susceptibility of several varieties of soybean to *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae). Journal of Stored Products Research 12 (3): 143–148.

Boczek J., Czajkowska B. 1996. Klucz do rozkruszków (Acarida: Acaroidea). s. 31–52. W: „Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych". Tom II. (J. Boczek, red.). Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 385 ss.

Boczek J., Lewandowski M. 2016. Nauka o szkodnikach roślin uprawnych. Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 411 ss.

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

Borecki Z., Schollenberger M. 2017. Polskie nazwy chorób roślin uprawnych. Polskie Towarzystwo Fitopatologiczne, Poznań, 158 ss.

Buhler D.D. 1999. Weed population responses to weed control practices. Tom I. Seed bank, weed populations, and crop yields. Weed Science 47: 416–422.

Capinera J.L. 2005. Relationship between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. Weed Science 53 (6): 892–901.

Cavers P.B., Kane M. 2016. The biology of Canadian weeds: 155. *Panicum miliaceum* L. Canadian Journal of Plant Sciences 96 (6): 939–988.

Chrzanowska-Drożdż B., Kaczmarek K. 2007. Reakcja dwóch odmian prosa na nawożenie azotem. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 245: 129–137.

Cichocki W., Ważna A., Cichocki J., Rajska-Jurgiel E., Jasiński A., Bogdanowicz W. 2015. Polskie nazewnictwo ssaków świata. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 380 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.

Das I.K., Padmaja P.G. 2016. Biotic Stress Resistance in Millets. Academic Press, 246 ss.

Dąbrowski Z., Kamiński E., Ruszkowski J. 1946. Ochrona roślin. Podręcznik dla użytku Służb Ochrony Roślin, instruktorów produkcji roślinnej oraz szkół rolniczych. Puławy, 491 ss.

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

Dobrzański A. 2011. Reakcja nasion chwastów segetalnych na uprawę roli wykonywaną nocą. Postępy Nauk Rolniczych 2: 9–19.

Dobrzański A., Adamczewski A. 2013. Niechemiczne metody zwalczania chwastów stan obecny i perspektywy. s. 55–96. W: „Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania". Tom III. (R. Hołownicki, M. Kuboń, red.). Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 443 ss.

Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Poradnik praktyczny - zasady ogólne. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 70 ss.

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wydanie II. 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.

Dudek K., Tryjanowski P. 2013. Ptaki, które wybrały miasto. Ciemne strony miejskiej awifauny (część 2). Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Pracowników Dezynfekcji, Dezynsekcji i Deratyzacji 2 (73): 33–36.

Dudek K., Tryjanowski P. 2016. Gryzonie, których można się bać… Poważne źródło zagrożenia sanitarnego. Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Pracowników Dezynfekcji, Dezynsekcji i Deratyzacji 3 (86): 15–17.

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 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 2005 r., nr 88, poz. 752. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy

stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych.

Dziennik Ustaw 2013 r., 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 r., poz. 505. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2013 r., 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 2013 r., 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 2014 r., poz. 516. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2016 r., poz. 760. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2016 r., 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 r., 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 (3): 153–162.

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

Fiedler Ż. 2007. Organizmy pożyteczne, występowanie, identyfikacja oraz wykorzystanie w integrowanej produkcji w Polsce. (D. Sosnowska, red.), 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.

Frohlich G. 1974. Pflanzenschutz in den Tropen. Edition Leipzig, 526 ss.

Gashkova I.V. 2003–2009. Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds. [DVD] http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Panicum_miliaceum_K/ [dostęp: 25.09.2018].

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

Grabouski P.H. 1971. Selective control of weeds in proso millet with herbicides. Weed Science 19 (3): 207–209.

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.

Gueye, M. T., Delobel A. 1999. Relative susceptibility of stored pearl millet products and fonio to insect infestation. Journal of Stored Product Research 35 (3): 277–283.

Hagstrum D.W., Milliken G.A. 1988. Quantitative analysis of temperature, moisture and diet factors affecting insect development. Annals of Entomological Society of America 81 (4): 539–546.

Harker K.N. 2013. Slowing weed evolution with integrated weed management. Canadian Journal of Plant Science 93 (5): 759–764.

Hartmann K.M., Nezadal W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. Naturwissenschaften 77: 158–163.

Hartzler R.G., Buhler D.D. 2007. Ecological management of agricultural weeds. W: „Ecologically Based Integrated Pest Management". (O. Koul, G.W. Cuperus, red.). CABI Publishing, 462 ss.

Holman J. 2009. Host Plant Catalog of Aphids. Palearctic Region. Springer Science & Business Media B.V., 1216 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 r., s. 120–137.

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

Horoszkiewicz-Janka J., Mrówczyński M. 2014. Metodyka integrowanej ochrony prosa dla producentów. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 19 ss.

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

Jajor E., Korbas M., Kozłowski J., Mrówczyński M., Pruszyński G., Wachowiak H., Walczak F., Węgorek P. 2008. Poradnik sygnalizatora ochrony rzepaku. (F. Walczak, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 153 ss.

Jasińska Z., Kotecki A. 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Część II. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 690 ss.

Juraszek H. 1950. Klucz do określania chorób roślin rolniczych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 65 ss.

Kajuna S. 2001. Millet: post-harvest operations. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania. http://www.fao.org/inpho/inpho-post-harvest-compendium/cereals-grains/en/ [dostęp: 15.07.2018], 50 ss.

Kalaisekar A., Padmaja P.G., Bhagwat V.R., Patil J.V. 2017. Insect Pests of Millets: Systematics, Bionomics, and Management. Elsevier, ICAR – Indian Institute of Millets Research, Hyderabad, India, 190 ss.

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 r., 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 r., s. 152–160.

Kochman J. 1973. Fitopatologia. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 692 ss.

Kochman J. 1986. Zarys mikologii dla fitopatologów. Wydawnictwo Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydanie II. Warszawa, 428 ss.

Kochman J., Strawiński K. 1953. Ochrona Roślin. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 680 ss.

Kochman J., Węgorek W. 1963. Ochrona roślin. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1140 ss.

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

Krawczyk R. 2014. Regulacja zachwaszczenia. s. 9–14. W: „Metodyka integrowanej ochrony prosa dla producentów" (J. Horoszkiewicz-Janka, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB Poznań, 35 ss.

Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Tom I. Podstawy fitopatologii. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.

Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Yakimovich A., Harasim E., Drabowicz-Żybura M. 2017a. The yield protection function of selected herbicides in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) crops. Romanian Agricultural Research 34: 385–394.

Kwiatkowski C.A., Harasim E., Haliniarz M., Yakimovich A., Drabowicz-Żybura M. 2017b. Application of foliar herbicides in proso millet crops in relation to grain quality. Acta Agrophysica 24 (1): 73–84.

Kwiatkowski C.A., Yakimovich A., Harasim E., Haliniarz M. 2017c. Wpływ herbicydów na biomasę chwastów, plon ziarna i wybrane elementy plonowania prosa zwyczajnego (*Panicum miliaceum* L.). Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E, Agricultura 72 (1): 49–62.

Lemańczyk G. 2011. Zdrowotność prosa odmiany 'Jagna' uprawianego na glebie bardzo lekkiej w zależności od dawki nawożenia azotowego i nawadniania. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5: 215–228.

Lu H., Zhang J., Liu K., Wu N., Li Y., Zhou K., Ye M., Zhang T., Zhang H., Yang X., Shen L., Xu D., Li Q. 2009. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (18): 7367–7372.

Lyon D.J., Baltensperger D.D. 1993. Proso millet (*Panicum miliaceum*) tolerance to several postemergence herbicides. Weed Technology 7 (1): 230–233.

Lyon D.J., Burgener P.A., DeBoer K.L., Harverson R.M., Hein G.L., Hergert G.W., Holman T.H., Nelson L.A., Johnson J.J., Nleya T., Krall J.M., Nielsen D.C. 2008. Producing and Marketing Proso Millet in the Great Plains. University of Nebraska Cooperative Extension Circular 137. 19 ss. http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec137.pdf [dostęp: 25.10.2018].

Lyon D.J., Kniss A.R. 2010. Proso millet tolerance to saflufenacil. Weed Technology 24 (3): 349–355.

Lyon D. J., Kniss A., Miller S.D. 2007. Carfentrazone improves broadleaf weed control in proso and foxtail millets. Weed Technology 21 (1): 84–87.

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

Marshall E.J.P., Brown V.K, Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within the crop fields. Weed Research 43 (2): 77–89.

Matczuk M. 2007. Zapomniane zboże. Farmer 09.

Matysiak K., Strażyński P. 2018. Fazy wzrostu i rozwoju wybranych gatunków roślin uprawnych i chwastów według skali BBCH. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 184 ss.

Mishra J.S. 2015. Weed management in millets: Retrospect and prospects. Indian Journal of Weed Science 47 (3): 246–253.

Mrówczyński M. 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Tom I. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.

Nelson L.A. 1977. Influence of various row widths on yields and agronomic characteristics of proso millet. Agronomy Journal 69 (3): 351–353.

Nelson L.A. 1990. Influence of planting dates, seeding rates, and cultivars on grain yield and other agronomic traits of proso millet. Journal of Production Agriculture 3 (2): 184–189.

Nieróbca P. 1996. Technologia uprawy prosa. Materiały szkoleniowe Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy 43: 1–13.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. s. 197–198. W: Streszczenia 55. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 12–13 lutego 2015 r.

Nyvall R.F. 1989. Field Crop Diseases Handbook. Van Nostrand Reinhold, New York, 817 pp.

Osman N. 1986. Development of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (St.) on different grains. Pertanika 9 (2): 155–159.

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

Pant N.C., P. Gupta, Nayar J.K. 1957. On the nutritional physiology of *Latheticus oryzae* Waterhouse I. Studies on the feeding response of larvae and adult. Indian Journal of Entomology 19 (4): 279–288.

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

Pons T.L. 1991. Induction of dark dormancy in seeds: its importance for the seed bank in the soil. Functional Ecology 5: 669–675.

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

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

Pruszyński S., Wolny S. 2009. Dobra Praktyka Ochrony Roślin. Instytut Ochrony Roślin, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, 56 ss.

Riemens M.M., Scheepens P.C., Van der Weide R.Y. 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on the influence of light. Plant Research International 302: 25.

Robinson R.G. 1973. Proso millet date of planting and tolerance to atrazine. Weed Science 21 (3): 260–262.

Roorda F.A., Schulten G.G.M., Andriessen E.A.M. 1982. Laboratory observations on the development of *Tribolium castaneum* Herbst (Col., Tenebrionidae) on millet at different temperatures and relative humidities. Journal of Applied Entomology 93 (1–5): 446–452.

Ruszkowski M. 1974. Proso. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1–74.

Sazońska B. 2017. Uprawa wybranych starych gatunków roślin uprawnych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 27 ss.

Sinha R.N. 1972. Infestibility of oilseed, clover and millet by stored-product insects. Canadian Journal of Plant Sciences 52 (4): 431–440.

Smith I.M., Dunez J., Phillips D.H., Lelliott R.A., Archer S.A. 1988. European Handbook of Plant Diseases. Blackwell, 583 ss.

Sosnowska D., Fiedler Ż. 2013. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych. s. 45–59. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych". (M. Mrówczyński, red.). Tom I. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.

Stahlman P.W., Geier P.W., Charvat L.D. 2009. Tolerance of three millet types to saflufenacil. Proceedings of North Central Weed Science Society 64: 127.

Szelegiewicz H. 1968. Katalog fauny Polski. Część XXI. Zeszyt 4. Mszyce (Aphidodea). PWN Warszawa, 316 ss.

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

Uberoi N.K. 1961. Nutritional requirements of the larvae of the rice moth *Corcyra cephalonica* – studies on feeding response to various natural foods. Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Section B 53: 2.

Upadhyaya M., Blackshaw R.E. 2007. Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology. CABI, 239 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 r., 117–124.

Wesołowski M., Cierpiała R. 2007. Wykorzystanie zjawiska fotoblastyzmu w regulacji zachwaszczenia pszenicy jarej. Progress of Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (3): 296–300.

Węgorek P., Korbas M., Jajor E., Zamojska J., Bandyk A., Danielewicz J. 2014. Influence of *Capreolus capreolus* L. and *Cervus elaphus* L. feeding simulation on disease incidence rate and winter rape yielding. Fresenius Environmental Bulletin 23 (7): 1610–1617.

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. Tom I. (M. Mrówczyński, red.). Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.

Węgorek W., Studziński A. 1977. Terminarz ochrony roślin rolniczych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 261 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.

Zalecenia ochrony roślin na lata 1995/96. 1995. Rośliny rolnicze. Część II. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 366 ss.

Zalecenia ochrony roślin na lata 2002/2003. 2002. Rośliny rolnicze. Część II. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 371 ss.

ISBN 978-83-64655-47-0