INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony pszenicy ozimej i jarej

dla doradców

POZNAŃ 2017

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony pszenicy ozimej i jarej

dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
prof. dr. hab. Marka Korbasa, dr Joanny Horoszkiewicz-Janki,
prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska"
finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

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

POZNAŃ 2017

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

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
prof. dr. hab. Marka Korbasa, dr Joanny Horoszkiewicz-Janki, prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzenci:
prof. dr hab. Wiesław Koziara[2]
dr hab. Katarzyna Panasiewicz[2]

Autorzy opracowania:
prof. dr hab. Marek Korbas[1]
dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
prof. dr hab. Grażyna Podolska[4]
dr hab. Alicja Sułek[4]
dr inż. Przemysław Strażyński[1]
dr Ewa Jajor[1]
dr hab. Roman Kierzek[1], prof. IOR - PIB
mgr inż. Jakub Danielewicz[1]
dr hab. Kinga Matysiak, prof. IOR – PIB[1]
inż. Adam Paradowski[1]
dr inż. Wojciech Kubasik[1]
prof. dr hab. Małgorzata Jeżewska[1]
prof. dr hab. Danuta Sosnowska[1]
dr inż. Grzegorz Pruszyński[1]
prof. dr hab. Jacek Przybył[2]
prof. dr hab. Paweł Węgorek[1]
dr inż. Żaneta Fiedler[1]
dr hab. Anna Tratwal[1]
dr Grzegorz Gorzała[3]
inż. Henryk Wachowiak[1]
dr hab. Ewa Matyjaszczyk, prof. nadzw. IOR-PIB[1]
mgr inż. Andrzej Najewski[5]
dr Joanna Zamojska[1]
mgr inż. Daria Dworzańska[1]
mgr Anna Skrzypek[5]
mgr inż. Andrzej Obst[6]
dr inż. Paweł Olejarski[1]
dr hab. Jacek Piszczek, prof. IOR – PIB[1]

[1]Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[2]Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań
[3]Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa
[4]Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy
[5]Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka
[6]Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Sielinko

Autorzy zdjęć:
Żaneta Fiedler, Tomasz Klejdysz, Marek Korbas, Marek Tomalak, Przemysław Strażyński, Grzegorz Pruszyński

Korekta redakcyjna:
Zakład Transferu Wiedzy i Upowszechniania

ISBN 978-83-64655-33-3

Nakład: 200 egz.
Skład i łamanie: Wojciech Szybisty
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 5

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN 6

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin 6
2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych 8
2.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych 14

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PSZENICY 17

3.1. Stanowisko i płodozmian 17
3.2. Przygotowanie gleby 19
3.3. Zintegrowany system nawożenia 23
3.4. Rola hodowli w integrowanej ochronie pszenicy 36
3.5. Dobór odmian 36
3.6. Siew 50

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA 59

4.1. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 59
4.2. Chemiczne metody ochrony 61

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB 70

5.1. Najważniejsze choroby 70
5.2. Niechemiczne metody ochrony 86
5.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 92
5.4. Chemiczne metody ochrony 93

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI 96

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników 96
6.2. Niechemiczne metody ochrony 114
6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 116
6.4. Chemiczne metody ochrony 118

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN 119

7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 119
7.2. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 129
7.3. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin 132

8. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH..... 139
8.1. Metody ochrony ziarna przed szkodnikami.....139
8.2. Chemiczna ochrona przed szkodnikami magazynowymi.....143
8.3. Straty powodowane przez szkodniki magazynowe 145
8.4. Integrowana ochrona magazynów a występowanie grzybów 145
9. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH..... 147
10. OCHRONA ZAPYLACZY 161
11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE..... 164
12. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ PRODUKCJI I OCHRONY ROŚLIN 167
13. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU..... 174
14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 184
14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin.....184
14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin.....185
14.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania.....195
15. FAZY ROZWOJOWE PSZENICY..... 199
16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI..... 204
16.1. Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin.....204
16.2. Dokumentacja w integrowanej produkcji roślin 207
17. LITERATURA..... 213

1. WSTĘP

Znaczenie upraw pszenicy ze względu na dużą powierzchnię zasiewów jest w naszym kraju bardzo duże – powierzchnia uprawy wynosi ponad dwa miliony hektarów. Dominuje pszenica ozima, ponieważ jest podstawowym surowcem w przemyśle młynarsko-piekarniczym. Jara forma pszenicy uprawiana jest na powierzchni poniżej 300 tys. ha.

Dzięki wysokiej świadomości rolników pszenicę produkuje się na intensywnym poziomie. Producenci w uprawie tego gatunku zboża wykorzystują zasady integrowanej ochrony oraz integrowanej produkcji roślin. Pierwszy system, czyli integrowana ochrona pszenicy, jest obowiązkowa dla wszystkich producentów od 2014 roku. Integrowana produkcja pszenicy podlegająca certyfikacji i kontroli wykonywanej przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa jest to system dobrowolny. W obydwu systemach nacisk położony jest na niechemiczne metody walki z agrofagami. Wszyscy korzystający z integrowanych systemów ochrony i produkcji zobowiązani są do przestrzegania tej zasady. Chemiczne metody stosuje się tylko wtedy, gdy pozostałe metody w niewystarczającym stopniu ograniczają obecność chwastów, chorób i szkodników, np. przekroczenie progu szkodliwości, wskazanie przez system wspomagania decyzji. Jednak podstawą integrowanej ochrony i produkcji jest właściwy wybór i przygotowanie gleby oraz wybór odmiany, która będzie uprawiana. Przy wyborze odmiany szczególną uwagę zwrócić należy na jej odporność na porażanie przez grzyby chorobotwórcze i uszkadzanie przez szkodniki. W przypadku pszenicy ozimej ważne jest, aby uprawiana odmiana przezimowała, co uwarunkowane jest wysoką mrozoodpornością.

Pszenica powinna być uprawiana w określonych warunkach środowiskowych. Ważną rolę w integrowanej produkcji i ochronie ma żywienie mineralne pszenicy. Trzeba uwzględnić tu bilans składników pokarmowych, przestrzegać optymalizacji żywienia przy użyciu azotu.

Pszenica na polu uprawianym w systemie integrowanej produkcji podlega certyfikacji aż do zbioru. Jednak dzięki stosowaniu integrowanej ochrony łatwiej jest spełnić wymogi integrowanej produkcji.

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

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

Zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizowanie ich negatywnego wpływu na rośliny uprawne można osiągnąć lub je wspierać między innymi przez: płodozmian; właściwe techniki uprawy (np. zwalczanie chwastów przed siewem lub sadzeniem roślin, przestrzeganie terminu i normy wysiewu, stosowanie wsiewek, uprawę bezorkową, cięcie i siew bezpośredni); stosowanie w odpowiednich wypadkach odmian odpornych/tolerancyjnych oraz materiału siewnego i nasadzeniowego kategorii standard/kwalifikowany; zrównoważone nawożenie, wapnowanie i nawadnianie/odwadnianie; stosowanie środków higieny (np. regularne czyszczenie maszyn i sprzętu), aby zapobiec rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych; ochronę i stwarzanie warunków do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. przez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

Organizmy szkodliwe muszą być monitorowane odpowiednimi metodami i narzędziami, jeżeli są one dostępne. Wśród takich narzędzi powinny znaleźć się monitoring pól oraz systemy ostrzegania, prognozowania i wczesnego diagnozowania oparte na solidnych podstawach naukowych, tam gdzie możliwe jest ich zastosowanie, a także doradztwo osób o odpowiednich kwalifikacjach zawodowych.

Na podstawie wyników działań monitorujących użytkownik profesjonalny musi zdecydować, czy i kiedy stosować metody ochrony roślin. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy i konkretnych warunków pogodowych.

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

Stosowane środki ochrony roślin muszą być jak najbardziej ukierunkowane na osiągnięcie danego celu i powodować jak najmniej skutków ubocznych dla zdrowia ludzi i organizmów niebędących celem zwalczania, a także dla środowiska. Profesjonalny użytkownik powinien ograniczyć stosowanie środków ochrony roślin i inne formy interwencji do niezbędnego minimum, np. przez zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc pod uwagę to, czy można zaakceptować dany poziom zagrożenia roślin i czy interwencje te nie zwiększają ryzyka rozwoju odporności organizmów szkodliwych. Jeśli wiadomo, że istnieje ryzyko powstania odporności na określoną substancję czynną, 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.

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

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

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

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, zgodnie z wymaganiami podanymi w etykiecie oraz z postanowieniami dyrektywy 2009/128/WE, w szczególności zgodnie z ogólnymi zasadami integrowanej ochrony roślin, o których mowa w art. 14 oraz załączniku III do tej dyrektywy.

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

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

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

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

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

Natomiast przed aplikacją środka ochrony roślin obowiązkiem każdego użytkownika jest zapoznanie się z etykietą i stosowanie się do jej zapisów.

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

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

Szkolenia uprawniające do stosowania środków ochrony roślin zachowują ważność przez okres 5 lat. Ze szkoleń podstawowych w zakresie stosowania środków ochrony roślin są zwolnione osoby, które posiadają zaświadczenie wydane przez szkołę ponadpodstawową lub szkołę wyższą stwierdzające, że w dokumentacji przebiegu nauczania tej osoby zostały uwzględnione wszystkie zagadnienia ujęte w programie szkolenia w danym zakresie lub posiadają kwalifikacje wymagane dla osób prowadzących szkolenia w zakresie integrowanej produkcji. Szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin nie są wymagane od pracowników naukowych szkół wyższych lub instytutów badawczych, jeżeli do zakresu obowiązków tych osób należy prowadzenie zajęć dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:

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

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

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

Zgodnie z zapisami ww. rozporządzenia środki ochrony roślin 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 możliwość jego 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.

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

Środki ochrony roślin należy przechowywać zgodnie z przepisami prawa, które w Polsce regulują rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

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

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

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

W myśl tego rozporządzenia producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą, w miejscu niedostępnym dla osób trzecich i zwierząt. Środki ochrony roślin mają być również obligatoryjnie zabezpieczone przed dostępem dzieci.

Przechowujący środki ochrony roślin powinien zapewnić, aby nie doszło do skażenia wód powierzchniowych i podziemnych (w rozumieniu przepisów Prawa wodnego), gruntu na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. Niedopuszczalne jest również umożliwienie przedostania się pestycydów do systemów kanalizacyjnych, z wyłączeniem oddzielnej bezodpływowej kanalizacji wyposażonej w szczelny zbiornik ścieków lub w urządzenia służące do ich neutralizacji. Miejsca lub obiekty, w których przechowywane są środki ochrony roślin powinny być położone w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni oraz zbiorników i cieków wodnych chyba, że środki te są przechowywane na utwardzonej nawierzchni z betonu szczelnego lub z innych trwałych materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. Środki ochrony roślin należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, uniemożliwiających 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 tych środków. 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 środki ochrony roślin 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;
- apteczki zawierające środki do udzielania pierwszej pomocy w przypadku zatrucia środkami ochrony roślin.

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

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

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

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

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

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

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar lub powierzchnię, lub jednostkę masy ziarna i uprawy, lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej jednej 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).

2.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych

Intensyfikacja produkcji roślin rolniczych oraz stosowanie nawozów sztucznych i środków ochrony roślin niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia środo-

wiska naturalnego. Wzrost świadomości konsumentów wymusił podjęcie działań w celu produkowania żywności bezpiecznej dla zdrowia i z zachowaniem ochrony środowiska. Systemem spełniającym te wymagania jest integrowana produkcja roślin (IP).

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

Integrowana produkcja po raz pierwszy do przepisów krajowego prawa została wprowadzona ustawą o ochronie roślin z 18 grudnia 2003 r. Następnie ustawa o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2017 r. poz. 50 ze zm.) wprowadziła modyfikacje w systemie integrowanej produkcji roślin. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa przekazała certyfikację producentów rolnych upoważnionym podmiotom, nad którymi sprawuje nadzór. Szczegółowo zostało to uregulowane art. 55–63 ustawy o środkach ochrony roślin.

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

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

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

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PSZENICY

3.1. Stanowisko i płodozmian

Pszenica ozima

Warunki klimatyczne Polski pozwalają na uprawę pszenicy ozimej w całym kraju. Część odmian wykazuje przydatność do uprawy we wszystkich rejonach Polski, inne mogą stwarzać ryzyko uprawy na określonych obszarach, plonować gorzej lub zmiennie w latach, a to z powodu zbyt małej mrozoodporności, podatności na choroby, wyleganie itp. Zmienne na obszarze kraju warunki klimatyczne są więc przesłanką do rejonizacji odmian, która obecnie jest tworzona przez Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe i Rolnicze (COBORU).

Jedną z ważniejszych cech rolniczych pszenicy ozimej jest stopień mrozoodporności, który decyduje o geograficznym zasięgu uprawy danej odmiany. Ocena mrozoodporności (4,5 i powyżej) pozwala na szeroki zasięg uprawy, obejmujący w zasadzie cały obszar kraju. Wykorzystanie potencjału plonotwórczego odmian pszenicy ozimej jest możliwe na glebach typowych dla uprawy tego gatunku. Zaliczyć do nich należy:

- czarnoziemy,
- czarne ziemie,
- gleby brunatne,
- głębokie rędziny,
- mady odznaczające się dobrą miąższością warstwy ornej.

Przyjmując wprowadzoną przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG) nomenklaturę kompleksów rolniczej przydatności gleb, odpowiednie dla uprawy pszenicy są kompleksy:

- pszenny bardzo dobry,
- pszenny dobry,
- żytni bardzo dobry,
- pszenno-górski,
- zbożowo-pastewny mocny.

Właściwy przedplon wpływa na poziom plonowania pszenicy i jakość ziarna przez kształtowanie żyzności gleby, umożliwienie przygotowania roli i wysiew

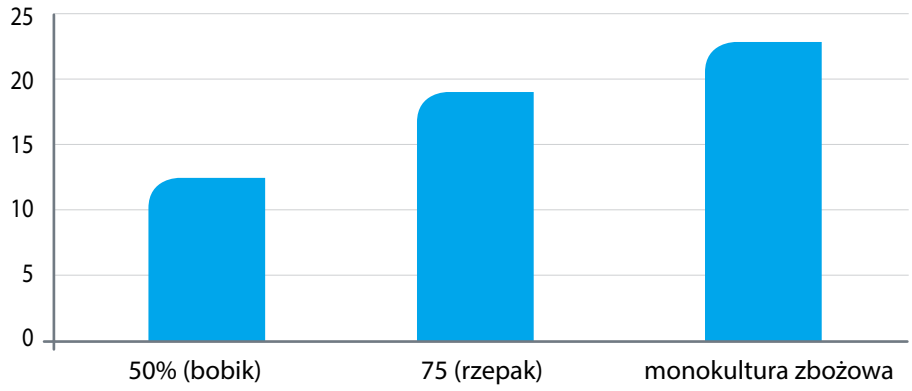
roślin w terminie optymalnym oraz ograniczenie występowania chorób i chwastów. Pszenica ozima silnie reaguje na stanowisko. Bardzo dobrymi przedplonami dla niej są rośliny okopowe, jeżeli ich zbioru dokona się do końca pierwszej (wschodnia część) lub drugiej (zachodnia część kraju) dekady września. Wysoka wartość przedplonowa tej grupy roślin wiąże się przede wszystkim z korzystnym ich wpływem na zawartość materii organicznej w glebie, poprawą sprawności gleby, oraz ograniczeniem chorób pszenicy przenoszonych za pośrednictwem gleby. Dobrym przedplonem są też rośliny bobowate. Ich duża wartość przedplonowa polega na wzbogaceniu gleby w azot dzięki współżyciu z bakteriami posiadającymi zdolność wiązania azotu atmosferycznego oraz na pozostawianiu dużej masy resztek pożniwnych. Bobowate drobnonasienne i ich mieszanki z trawami, tj. koniczyną i lucerną są dobrymi przedplonami tylko gdy nie są silnie zachwaszczone i dały wysoki plon. Rośliny te zużywają dużo wody, dlatego w latach o małej ilości opadów w okresie lata ich wartość jako przedplonu dla pszenicy ozimej maleje. Rośliny przemysłowe zaliczane są do dobrych przedplonów. Najlepsze stanowisko pozostawia po sobie rzepak. Najgorszymi przedplonami dla pszenicy ozimej są rośliny zbożowe z wyjątkiem owsa. Pszenica ozima wysiana po roślinach zbożowych plonuje nawet o 20–25% niżej niż po roślinach niezbożowych (tab.1).

Tabela 1. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i udziału zbóż w strukturze zasiewów (2015) (badania własne)

Udział zbóż w strukturze zasiewów [%]	Przedplon	Uprawa orkowa		Uprawa uproszczona	
		odmiana			
		Desamo	Lukulus	Desamo	Lukulus
75	rzepak ozimy	10,19	8,47	9,75	8,72
100	jęczmień jary	7,96	6,57	8,24	6,70

Obniżki plonu spowodowane uprawą pszenicy po złych przedplonach spowodowane są zmniejszeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni, plonu ziarna z kłosa w następstwie zmniejszonej liczby ziarn w kłosie oraz gorszej ich dorodności (mniejsza masa 1000 ziaren, większy udział pośladu w plonie).

Niskie plonowanie pszenicy ozimej po sobie i innych roślinach zbożowych związane jest przede wszystkim z pogorszeniem warunków fitosanitarnych gleby. Przy racjonalnym zmianowaniu, które uwzględnia różne gatunki roślin, w glebie znajdują się odrębne gatunki flory i fauny oraz wiele mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do patogenów wywołujących choroby. Natomiast w zmianowaniach jednostronnych dochodzi do namnażania się patogenów wywołujących choroby, głównie podstawy źdźbła i systemu korzeniowego. Największe szkody w zasiewach wyrządzają: łamliwość podstawy źdźbła, zgorzel



Ryc. 1. Indeks porażenia (%) dolnych międzywęźli przez kompleks chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej w fazie dojrzałości (BBCH 75) w zależności od udziału zbóż w płodozmianie (badania własne)

podstawy źdźbła oraz fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni. Ze zbóż jedynie owies hamuje rozwój tych chorób, dlatego uważany jest za dobry przedplon dla pszenicy ozimej (ryc. 1).

Pszenica jara

Pszenicę jarą należy uprawiać na glebach żyznych, zwięzłych, należących do kompleksu pszennego bardzo dobrego, pszennego dobrego lub na glebach średnich (kompleks żytni bardzo dobry, pszenny wadliwy, a ostatecznie żytni dobry) pod warunkiem dobrego przedplonu. Ponieważ pszenica jest wrażliwa na kwaśny odczyn gleby, to pH powinno być na poziomie co najmniej 5,7 na glebach średnich i 6,0 na glebach dobrych.

Najlepszymi przedplonami pod pszenicę jarą są rośliny okopowe: burak, ziemniak oraz rośliny oleiste i bobowate grubonasienne. Nie należy uprawiać jej po roślinach zbożowych (z wyjątkiem owsa). Średnią wartość przedplonową dla tej formy ma kukurydza.

3.2. Przygotowanie gleby

Pszenica ozima

Podstawowym celem uprawy roli jest uzyskanie wysokiej sprawności gleby, korzystnych stosunków wodno-powietrznych, wyeliminowanie zachwaszczenia.

Uprawa roli powinna stwarzać warunki do szybkich i równomiernych wschodów, szybkiego kiełkowania chwastów i niszczenia ich siewek zabiegami agrotechnicznymi. Sposób uprawy roli zależy od terminu zbioru oraz stanu pola po zbiorze przedplonu.

Do niedawna podorywka była traktowana jako pierwszy bardzo ważny zabieg wykonywany bezpośrednio po zbiorze przedplonu. Wykonuje się ją pługiem podorywkowym zagregatowanym z broną zębatą lub wałem kruszącym. Głębokość podorywki zależy od wysokości ścierni i wilgotności gleby. Właściwe jej wykonanie zapewnia dobre pokrycie resztek pożniwnych, ogranicza parowanie wody z gleby, sprzyja kiełkowaniu chwastów.

Obecnie względy ekonomiczne i organizacyjne w gospodarstwie skłaniają rolników do zastępowania jej agregatami złożonymi z kultywatora o łapach sztywnych, tzw. gruberów, wyposażonych w wały strunowe lub sekcje brony talerzowej, jak też agregatów zbudowanych na bazie narzędzi aktywnych (np. brony rotacyjnej i wału strunowego). Do najważniejszych zalet stosowania agregatów tworzonych na bazie gruberów należy mniejsze zużycie paliwa i większa wydajność pracy oraz lepsze wymieszanie z glebą ścierni i pociętej słomy. Wymagają one jednak ciągników o odpowiednio dużej mocy.

Uprawa gleby po przedplonach wcześnie schodzących z pola

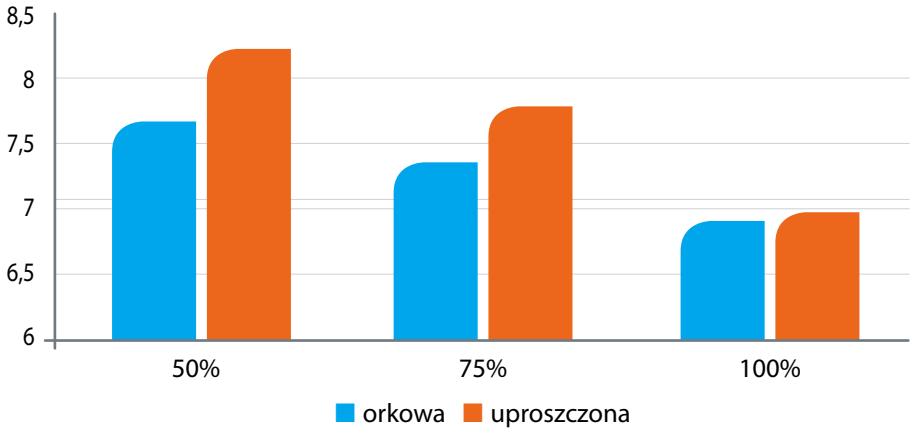
Po zbiorze przedplonu należy przeprowadzić talerzowanie, kultywatorowanie kultywatorem ścierniskowym (gruberem) lub podorywkę. Przynajmniej na 10 dni przed planowanym siewem pszenicy należy rozsiać nawozy fosforowe i potasowe i wykonać orkę siewną. Zgodnie z nowszymi zaleceniami (przyorywanie słomy) stosuje się odwrotny układ zabiegów: bezpośrednio po zbiorze wykonuje się orkę średnią, a przed siewem zabiegi doprawiające rolę lub bez jej doprawiania stosuje się agregat uprawowo-siewny.

Uprawa gleby po przedplonach późno schodzących z pola

Znacznym zmianom ulega uprawa pszenicy ozimej po późno zbieranych przedplonach. Po ziemniakach wystarczy wykonać kultywatorowanie lub talerzowanie, rozsiać nawozy fosforowo-potasowe i wykonać orkę siewną. Po burakach, gdy zbieramy liście uprawa roli powinna być jak po ziemniakach. Kiedy pozostawiamy liście na polu, korzystniej jest zamiast kultywatora zastosować talerzówkę. Po kukurydzy należy zastosować orkę siewną z wałem Cambpella oraz uprawkę doprawiającą w postaci bronowania. Zastąpienie orki talerzówką lub kultywatorem jest możliwe, ale istnieje wówczas większe ryzyko porażenia pszenicy przez choroby grzybowe, które zasiedlają resztki kukurydzy, głównie fuzariozy.

Uprawa uproszczona

Obecnie coraz więcej producentów rolnych stosuje uprawę gleby z pominięciem orki. System taki jest trudniejszy, ponieważ takie elementy agrotechniki, jak: zarządzanie materią organiczną, zwalczanie chwastów, wapnowanie nabierają większego znaczenia. Istotnym czynnikiem jest właściwie wykonana uprawa pożniwna. Należy ją uzależnić od ilości resztek pozostawionych na polu. Słoma powinna być dobrze rozdrobniona oraz równomiernie rozprowadzona. Jeżeli spełnione są te warunki, wystarczy zastosować bronę talerzową. Dobrze sprawdzają się agregaty talerzowe składające się z podwójnego rzędu talerzy i wału doprawiającego. Inną metodą uprawy pożniwnej jest zastosowanie kultywatora ścierniskowego (grubera). W nowoczesnych urządzeniach tego typu można modyfikować sekcję roboczą. Do uprawy pożniwnej wystarczy zamontować redlice z bocznymi skrzydełkami lub gęsiostopy. Natomiast przygotowując glebę do siewu należy zdemontować skrzydełka, założyć wąskie redlice dłutowe, które penetrują glebę głęboko nie wzruszając wierzchniej warstwy. Jeśli „okno czasowe" między zbiorem przedplonu a siewem jest niewielkie, można zastosować technologię jednoprzejazdową za pomocą agregatów składających się z wielu sekcji roboczych. Uprawa z pominięciem orki daje zadowalające efekty produkcyjne. Wyższe plony można uzyskać po dobrych przedplonach niż w przypadku uprawy pszenicy w monokulturze zbożowej (ryc. 2).



Ryc. 2. Plon ziarna pszenicy ozimej w zależności od udziału zbóż w płodozmianie i sposobu uprawy roli (badania własne)

Pszenica jara

Zadaniem uprawy roli jest stworzenie dobrych warunków dla równomiernych wschodów oraz dla wzrostu i rozwoju roślin pszenicy, poprzez poprawę stosunków wodno-powietrznych gleby, ograniczenie ilości chwastów i samosiewów ro-

śliny przedplonowej, umożliwienie wymieszania z glebą resztek pożniwnych i nawozów mineralnych, bez obniżenia aktywności pożytecznych mikroorganizmów glebowych. Pszenica wyróżnia się wśród zbóż wrażliwością na niedostateczne napowietrzenie gleby i wymaga dobrej jej pulchności. Dlatego uprawa roli pod nią powinna być bardzo staranna.

Uprawa pożniwna i jesienna

Pierwszym zabiegiem tradycyjnej uprawy roli pod pszenicę jarą po przedplonach wcześnie schodzących z pola (oleiste, strączkowe, wczesne ziemniaki) jest podorywka płużna. Jest ona jednak mniej wydajna i bardziej energochłonna w porównaniu z zastosowaniem agregatu uprawowego (kultywator, talerze wyrównujące, wał strunowy), który zaleca się w aspekcie uprawy integrowanej. W przypadku braku agregatu można zastosować kultywator ścierniskowy lub bronę talerzową. Zabieg ten powinien być wykonany zaraz po zbiorze przedplonu, na głębokość 6–9 cm. Jego zadaniem jest przykrycie ścierniska, przerwanie parowania z gleby, przykrycie osypanych nasion chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej w celu pobudzenia ich do kiełkowania oraz wyrównanie i wtórne zagęszczenie gleby. Należy powtarzać je po każdym ukazaniu się kolejnych wschodów chwastów.

Alternatywą pożniwnych zabiegów uprawowych jest uprawa międzyplonu ścierniskowego (gorczyca biała, rzodkiew oleista, rzepak lub facelia), jednak tylko gdy zbiór przedplonu nie był zbyt opóźniony i jest odpowiednia wilgotność gleby. Gęsto rosnąca roślina poplonowa zagłuszy samosiewy chwastów oraz poprawi biologię gleby.

Po zespole pożniwnych zabiegów uprawowych wykonuje się orkę przedzimową (w październiku, na głębokość 20–25 cm), pozostawiając ją w ostrej skibie. Powoduje ona rozluźnienie roli i zwiększenie porowatości gleby, co sprzyja większemu gromadzeniu wody i lepszemu oddziaływaniu mrozu na tworzenie struktury gruzełkowatej gleby. W stanowisku po późnych okopowych, po wyrównaniu pola za pomocą talerzowania, należy przeprowadzić orkę przedzimową (na głębokość 15 cm).

Konwencjonalna uprawa roli polegająca na zastosowaniu pługa jest najbardziej energo- i pracochłonnym elementem agrotechniki, dlatego obecnie ulega modyfikacji w celu ograniczenia nakładów. Z badań przeprowadzonych w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG – PIB w Puławach wynika, że uprawa uproszczona powoduje niewielką obniżkę plonu ziarna pszenicy jarej (tab. 2).

Uprawa wiosenna

Przed siewem zaleca się użycie agregatu uprawowego. Zawarty w nim wał strunowy zagęszcza warstwę gleby tuż pod powierzchnią, co umożliwi umieszczenie wysiewanego ziarna na podobnej głębokości i będzie sprzyjało wyrównanym wschodom. Zastosowanie agregatu jest uzasadnione ekonomicznie (obniżenie

Tabela 2. Plon ziarna (t/ha) odmian pszenicy jarej w zależności od systemu uprawy i intensywności technologii produkcji

Odmiana	System orkowy		System uproszczony	
	integrowany	intensywny	integrowany	intensywny
SMH87 (pszenica twarda)	4,22	4,49	4,17	3,96
Kandela (pszenica zwyczajna)	5,31	5,62	4,99	5,46

Źródło: opracowanie własne

kosztów paliwa i robocizny). Nie powinno się uprawiać gleby zbyt wilgotnej. Na glebie zbrylonej koniecznością jest użycie agregatu aktywnego.

3.3. Zintegrowany system nawożenia

Pszenica ozima

Pełną efektywność nawożenia mineralnego można uzyskać na glebach o odczynie obojętnym lub zbliżonym do obojętnego. Dlatego konieczna jest kontrola zakwaszenia i wapnowanie gleb o niskim pH. Jeżeli zakwaszeniu towarzyszy niedobór magnezu, wówczas należy zastosować wapno magnezowe. W zależności od zakwaszenia gleby i zawartości magnezu, wapno magnezowe winno stanowić 30–50% wyliczonej dawki CaO (tab. 3).

Na glebach niewymagających wapnowania, ale wykazujących niską lub bardzo niską zawartość magnezu, należy zastosować pod pszenicę 60–80 kg/ha MgO w dostępnych nawozach magnezowych (kizeryt, kainit, kalimagnezja lub rolmag).

Nawożenie fosforem i potasem

Pszenica ozima dla wydania wysokiego plonu powinna być odpowiednio zaopatrzona w podstawowe makro- i mikroelemnety. Ilość poszczególnych składników

Tabela 3. Dawki wapna (t/ha CaO)

Kategoria agronomiczna gleby	pH gleby		
	> 5,0	5.1–5.5	5.6–6.0
Lekkie	2,5	1,5	–
Średnie	3,5	2,5	1,5
Ciężkie	5,0	3,5	2,5

pokarmowych powinna zapewnić jej wydanie maksymalnego, możliwego do uzyskania w danych warunkach plonu.

Fosfor jest pierwiastkiem wpływającym korzystnie na wzrost systemu korzeniowego, krzewienie roślin, stymuluje pobieranie innych składników pokarmowych, podwyższa odporność na suszę, niskie temperatury, sprzyja lepszemu hartowaniu w okresie zimy i regeneracji po zimie, podnosi odporność roślin pszenicy na wyleganie i choroby. Jest on potrzebny pszenicy szczególnie w okresie wiosennego ruszenia wegetacji oraz zawiązywania i rozwoju ziaren. Dlatego zaleca się nawozić pszenicę fosforem przed siewem. Objawy niedoboru fosforu występują po fazie krzewienia na liściach starszych, które przebarwiają się na purpurowo i fioletowo. Liście stają się wąskie, jakby wyprostowane. Objawy te nasilają się przy dużych spadkach temperatury w nocy, przy niskim pH i w okresie suszy glebowej.

Potas wpływa na podział merystematyczny komórek, aktywację enzymów roślinnych, syntezę węglowodanów, białek i tłuszczów oraz gromadzenie związków organicznych w organach zapasowych. Pszenica dobrze zaopatrzona w potas zużywa mniej wody na wyprodukowanie jednostki masy i charakteryzuje się większą odpornością na niskie temperatury i wymarzanie. Potas jest pobierany przez pszenicę w dużych ilościach, a sprzyja temu naturalna zasobność gleb, obecność resztek roślinnych, pH 5,5–7,2.

Nawożenie azotem

Azot jest najbardziej plonotwórczym makroelementem. Wpływa na rozdział asymilatów między korzenie i organy, warunkuje aktywność fotosyntetyczną. Wpływa na liczbę kłosów, kłosków, liczbę ziaren w kłosie i ich masę. Odpowiednie zaopatrzenie odmian w azot korzystnie wpływa na ilość białka i glutenu oraz wartości reologiczne ciasta.

Azot stosowany w fazach rozwojowych pszenicy spełnia inną rolę plonotwórczą. W okresie krzewienia do fazy drugiego kolanka pobranie azotu stanowi 40–50% pobrania całkowitego. Azot stosowany w tym okresie wpływa na liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Azot w okresie strzelania w źdźbło wpływa na liczbę ziarniaków w kłosie, przez zmniejszenie redukcji zawiązków kłosków oraz kłosków w kłosie formuje się wielkość powierzchni liści oraz azot ogranicza wypadanie pędów. Kolejnym istotnym okresem, w którym rośliny pszenicy należy dobrze zaopatrzyć w azot jest faza od otwarcia pochwy liściowej określana jako nawożenie na kłos. Od tej fazy zaczyna się formować masa i jakość ziarniaka. Roślina do prawidłowego formowania ilości białka potrzebuje odpowiedniej dawki azotu. Kluczową rolę w kształtowaniu jakości ziarna pszenicy odgrywają warunki pogodowe. W latach suchych wzrasta szybkość przemieszczania azotu z organów wegetatywnych do ziarna, co skutkuje wzrostem zawartości białka w ziarnie. W latach mokrych niedobór azotu powoduje wzrost zawartości skrobi i spadek

procentowej zawartości białka w ziarnie. Dlatego w celu otrzymania zadowalającej ilości białka w ziarnie w latach mokrych w pszenicy konsumpcyjnej należy zastosować nieco więcej azotu.

Istotnym elementem technologii jest wyliczenie dawki poszczególnych makroelementów. Do prawidłowego wyliczenia niezbędna jest znajomość wielkości możliwych do uzyskania potencjalnych plonów oraz potrzeby pokarmowe pszenicy tzn. ilość makropierwiastków niezbędna do wydania odpowiedniej ilości plonu głównego i bocznego (ziarno + słoma). Dane zawarte w tabeli 4, pomocne są do obliczenia potrzeb pokarmowych pszenicy. Wysokość plonu ziarna, który można uzyskać na danym polu określa producent rolny korzystając ze swego wieloletniego doświadczenia, a przy uprawie nowej odmiany z informacji dostarczanych przez porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe (PDO), COBORU, ośrodki doradztwa rolniczego. Wyliczona dawka składników pokarmowych jest podstawą do opracowania systemu nawożenia: ilości i wielkości aplikowanych dawek azotu, fosforu, potasu i makroelementów, terminu aplikacji, doboru nawozu azotowego i jego formy.

Zapotrzebowanie na fosfor i potas zależy ponadto od zasobności gleb w te składniki. W zależności od zasobności, należy stosować podane w tabeli 5 współczynniki korekcyjne. Na glebach o średniej zasobności zapotrzebowanie na fosfor i potas jest równe potrzebom pokarmowym; przy niskiej i bardzo niskiej zasobności dawkę należy odpowiednio zwiększyć. Na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości P i K zapotrzebowanie na składniki jest odpowiednio mniejsze.

Tabela 4. Pobranie składników mineralnych w kg/dt ziarna pszenicy ozimej wraz ze słomą (wg Czuby)

Gatunek	Azot	Fosfor	Potas	Magnez
Pszenica ozima	2,3 – paszowa 2,8–3,0 – konsumpcyjna	1,0	2,0	0,5

Tabela 5. Wartość współczynnika korekcyjnego

Zawartość w glebie P i K				
bardzo niska	**niska**	**średnia**	**wysoka**	**bardzo wysoka**
1,5	1,25	1,0	0,75	0,5

Ustalenie wielkości pierwszej dawki azotu stosowanej w czasie wiosennego ruszenia wegetacji jest dość trudne, ponieważ zależy od zasobności azotu mineralnego w glebie, warunków pogody oraz wiosennego stanu łanu. Praktycznie powinna ona stanowić 30–50% dawki całkowitej. Wahania wielkości dawki zależą od stanu roślin po zimie i ich rozkrzewienia. Przy łanach dobrze rozkrzewionych

nadmiar azotu jest niepożądany, prowadzi bowiem do wyprodukowania pędów bezprodukcyjnych. W warunkach wczesnej wiosny pierwsza dawka azotu powinna uzupełnić zasoby glebowe, lecz jednocześnie nie prowadzić do nadmiernego krzewienia się roślin. W takich warunkach wystarczy zastosować 30–40 kg N/ha na początku ruszenia wegetacji. W słabym łanie dawka azotu powinna być większa (50–60 kg/ha N). Należy pamiętać, że skuteczność działania azotu uzależniona jest w tej fazie od zaopatrzenia rośliny w fosfor. Niedobór fosforu w roślinach prowadzi do strat plonu ziarna, który szacuje się na 15%.

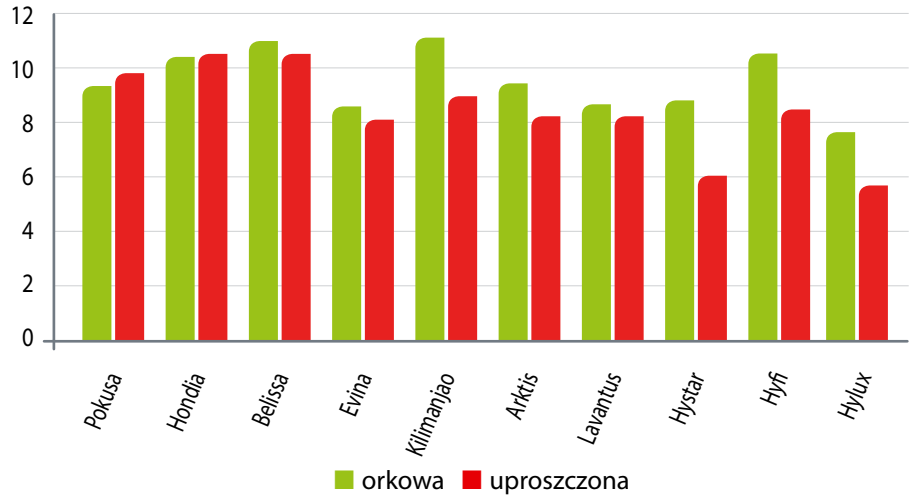
Do precyzyjnego wyliczenia pierwszej dawki azotu należy określić ilość azotu mineralnego w glebie. Jest to zawartość w glebie formy azotanowej ($N\text{-}NO_3$) i amonowej ($N\text{-}NH_4$). Suma obu form stanowi azot mineralny (N_{min}). Dla celów doradztwa wyznaczone zostały zawartości N_{min} w zależności od kategorii agronomicznej gleby (tab. 6). W przypadku gdy oznaczony wynik wykazuje bardzo wysoką lub wysoką zawartość azotu mineralnego należy planowaną dawkę nawozów zmniejszyć o różnicę pomiędzy zawartością N_{min} w glebie pobranej z pola i górną granicą zawartości średniej dla takiej gleby. Przy zawartości niskiej i bardzo niskiej zalecaną dawkę należy zwiększyć o różnicę pomiędzy dolną granicą zawartości średniej i oznaczoną zawartością N_{min} w glebie.

Tabela 6. Przedziały zawartości N_{min} w glebie do głębokości 60 cm (kg/ha N) wczesną wiosną

Kategoria agronomiczna gleby	Zawartość N_{min}				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Bardzo lekka	do 30	31–50	51–70	71–90	powyżej 90
Lekka	do 40	41–60	61–80	81–100	powyżej 100
Średnia i ciężka	do 50	51–70	71–90	91–100	powyżej 100

Źródło: Jadczyszyn i wsp. 2010

Drugą dawkę azotu stosuje się w zależności od zaopatrzenia roślin w ten składnik w okresie od fazy drugiego kolanka do fazy otwarcia pochwy liściowej. Dobrym rozwiązaniem jest określenie zawartości azotu mineralnego w roślinie lub określenie stanu zieloności liści (jednostki SPAD), wykorzystując do tego przyrząd tzw. N-Tester. Rośliny pszenicy ozimej dobrze zaopatrzone w azot mają wszystkie liście intensywnie zielone, o jednakowym odcieniu zieloności. W razie niedoboru, azot przemieszcza się ze starszych liści do młodszych. Ocenę zaopatrzenia roślin w azot najlepiej wykonać przez porównanie barwy liści w fazie liścia flagowego. Gdy trzeci liść jest jaśniejszy od drugiego – roślinie brakuje azotu.



Ryc. 3. Plon pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu (badania własne)

Dla pszenicy uprawianej na cele konsumpcyjne, należy ustalić trzecią dawkę azotu. Badania prowadzone w IUNG-PIB wskazują na dodatni wpływ większej dawki azotu na ilość glutenu w ziarnie, zawartość białka oraz właściwości reologiczne ciasta.

Istotne jest również wykorzystanie azotu przez odmiany. Badania prowadzone w 2016 r. w RZD Kępa gospodarstwo Osiny wskazują, że odmiany mieszańcowe pszenicy: Hystar, Hyfi i Hybery plonowały odpowiednio o 2,7; 2,2; 1,9 t/ha wyżej przy nawożeniu 200 kg azotu w odniesieniu do 120 kg azotu (ryc. 3).

Pszenica jara

Nawożenie w integrowanej produkcji pszenicy jarej ukierunkowane jest na pokrycie potrzeb pokarmowych roślin na poziomie umożliwiającym osiągnięcie oczekiwanego plonu ziarna dobrej jakości oraz zredukowanie zagrożeń dla środowiska przyrodniczego, powodowanych przemieszczaniem się składników z gleby do wód gruntowych. Zintegrowany system nawożenia jest oparty na bilansie składników pokarmowych, uwzględniającym pobranie składników przez rośliny oraz ich dopływ z nawozów naturalnych i mineralnych. W systemie zintegrowanym, w pierwszej kolejności wykorzystuje się naturalną żyzność gleby oraz pulę składników pokarmowych dostępnych w gospodarstwie w nawozach naturalnych i organicznych, a następnie w zależności od potrzeb zasoby te uzupełnia się nawozami mineralnymi. Zintegrowany system nawożenia powinien być oparty o system wspierania decyzji uwzględniający klasyczne doradztwo nawozowe (np. komputerowy program doradztwa NawSald), jak i doradztwo operacyjne oparte na bieżącej obserwacji łanu. Podstawą doradztwa nawozowego jest ocena fizykochemiczna gleby (odczyn gleby, zasobność w fosfor, potas, magnez oraz mikroelementy).

Doradztwo operacyjne oparte jest na testach glebowych i roślinnych. Testy glebowe stanowią podstawowe narzędzie pracy rolnika i służą do oceny aktualnego potencjału gleby do odżywiania rośliny jednym lub kilkoma pierwiastkami. Wyniki testu są odnoszone do założonego plonu użytkowego jednej lub kilku roślin w zmianowaniu. Narzędziami kontrolnymi stosowanymi w okresie wegetacji uprawianej rośliny są testy roślinne, informujące o stanie odżywienia aktualnie uprawianej rośliny. Informacje uzyskane na podstawie testu glebowego są wykorzystywane w gospodarstwie do podejmowania decyzji na poziomie strategicznym i operacyjnym, a na podstawie testów roślinnych – tylko na poziomie operacyjnym.

W integrowanej produkcji system nawożenia pszenicy jarej zakłada realizację następujących celów:

- ustalenie dawki nawozów z uwzględnieniem zasobności gleb w składniki odżywcze (NPK), Mg, pH, jakości i rodzaju gleby, odmiany, oczekiwanego plonu, przedplonu, przebiegu pogody itd.;
- posługiwanie się najnowszymi metodami (zawartość N_{min}, analizy roślin, posługiwanie się testem chemicznym lub barwnym) w określaniu potrzeb i dawek azotu oraz terminu ich aplikacji;
- stosowanie nawozów azotowych w dawkach dzielonych, dostosowanych do rytmu pobierania azotu przez pszenicę jarą.

Wymagania pokarmowe

Dobre plony ziarna pszenicy można uzyskać przy odpowiednim zaopatrzeniu roślin w składniki pokarmowe. W technologii zintegrowanej należy uwzględnić składniki pokarmowe ze wszystkich źródeł (gleba, przedplon, nawozy mineralne, nawozy organiczne). Dlatego w odstępach 4–6-letnich niezbędne jest wykonanie analiz zawartości poszczególnych składników w glebie.

Tabela 7. Średnie pobieranie makro- i mikroelementów przez pszenicę jarą w przeliczeniu na 1 t plonu głównego a odpowiednią ilością produktu ubocznego

Pobieranie makroelementów [kg]						**Pobieranie mikroelementów [kg]**				
N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
28	12	19	4,2	2,3	3,5	5	8	82	0,7	59

Źródło: Jadczyszyn i in. (2010)

Znając ilości wyniesionych składników pokarmowych wraz z 1 toną plonu (tab. 7), łatwo można, w zależności od oczekiwanego plonu, wyliczyć potrzeby pokarmowe roślin, mnożąc jednostkowe pobranie przez przewidziany plon roślin z hektara, a następnie wyliczyć w warunkach konkretnego

pola, w zależności od zasobności gleby, potrzeby nawozowe roślin względem składników.

Potrzeby pokarmowe łanu oblicza się z algorytmu:

$$Up = P \times Pj,$$

gdzie: Up – potrzeby pokarmowe łanu, P – plon (t/ha) plonu głównego wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego i resztek pożniwnych, Pj – pobieranie jednostkowe składnika pokarmowego w (kg/t) plonu głównego wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego i resztek pożniwnych.

W obliczaniu potrzeb pokarmowych należy poprawnie oszacować plon główny oraz masę plonu ubocznego. Szacowany plon powinien być średnią z 5 lat z 15-procentową korektą zwiększającą poziom oczekiwanego plonu.

Wapnowanie

W miarę wzrostu zakwaszenia gleb pobieranie składników pokarmowych przez rośliny ulega silnemu zakłóceniu, co skutkuje zmniejszeniem plonów i zagrożeniem dla środowiska glebowego i wodnego. Uregulowany odczyn gleby powoduje wzrost produkcyjności i poprawia wykorzystanie składników pokarmowych.

Kiedy wapnowanie jest konieczne (tab. 8), zalecane jest stosowanie od 3,0 t na gleby bardzo lekkie do 6,0 t CaO/ha na gleby ciężkie. W praktyce bezpieczniejsze jest dzielenie dawek i stosowanie od 1 do 2,5 t CaO/ha (czyli np. 2,0–5,0 t/ha nawozu w formie węglanowej zawierającej 50% CaO) i uzupełnienie dawki za 2–3 lata. Należy pamiętać, że zalecana dawka wyrażona jest w tonach CaO na hektar. Ilość masy wysianego nawozu będzie zależała od jego procentowego składu. Na gleby lekkie zalecane są wyłącznie wolnodziałające nawozy węglanowe, natomiast na gleby średnie i ciężkie można stosować szybkodziałające wapno tlenkowe.

Tabela 8. Dawki wapna w zależności od kategorii agronomicznej i potrzeb wapniowania, w t/ha CaO

Kategoria agronomiczna gleb	Podział potrzeb wapnowania			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Bardzo lekka	3,0	2,0	1,0	–
Lekka	3,5	2,5	1,5	–
Średnia	4,5	3,0	1,7	1,0
Ciężka	6,0	3,0	2,0	1,0

Źródło: Jadczyszyn i in. (2010)

Zalecane dawki nawozów wapniowych ustalane są w zależności od potrzeb wapnowania i kategorii agronomicznej gleby. Optymalnym terminem wapnowania jest okres pożniwny – od końca lata do późnej jesieni. Wapnowanie gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych lepiej jest rozłożyć na dwa terminy: pierwszy – wysiać 2/3 potrzebnej dawki i po roku zbadać odczyn. Jeśli wyniki będą niezadowalające należy wysiać pozostałą część dawki. Wapnowanie zakwaszonych gleb w okresie wiosennym jest zabiegiem trudniejszym. Wapnowanie należy przeprowadzić jak najwcześniej, najlepiej na glebę wilgotną, tak aby najszybciej rozpoczął się proces odkwaszania. Najkorzystniejszym terminem stosowania wapnowania jest przedwiośnie, kiedy gleba jest jeszcze zamarznięta, co umożliwia sprawny przejazd ciągnika z rozsiewaczem, który nie niszczy struktury gleby. Po obeschnięciu gleby, wapno należy wymieszać z glebą. Wapnowanie przed siewem pszenicy (co najmniej na 2 tygodnie) jest zabiegiem bardzo ryzykownym, zarówno dla wschodów, jak i przebiegu wegetacji rośliny. Interwencyjny zabieg wapnowania można przeprowadzić w okresie wegetacji pszenicy. W żadnym wypadku nie powinno się stosować nawozów wapniowych na rośliny wilgotne. Warunkiem podstawowym pogłównej aplikacji wapna nawozowego jest granulacja nawozów oraz ich dobra rozpuszczalność w wodzie. Takie warunki spełnia kreda nawozowa, której optymalne dawki mieszczą się w zakresie 0,5–1,0 t/ha. Termin wapnowania powinien uwzględniać reakcję nawozów wapniowych z innymi nawozami, które mogą prowadzić do strat składników pokarmowych. Nawozów zawierających formę amonową azotu oraz nawozów fosforowych nie powinno się stosować bezpośrednio po i przed wapnowaniem. Przerwa między zabiegami powinna wynosić co najmniej 4–6 tygodni.

Nawożenie fosforem i potasem

Duże znaczenie w zapewnieniu plonów pszenicy jarej zbliżonych do potencjalnych, odgrywa odpowiednie odżywienie fosforem i potasem.

Fosfor jest pierwiastkiem niezbędnym roślinie w całym okresie wegetacji, lecz jego krytyczna rola ujawnia się w kilku fazach rozwojowych pszenicy jarej. Pierwsza faza krytyczna zapotrzebowania na fosfor występuje w początkowym okresie wzrostu rośliny, gdyż pierwiastek ten decyduje o wzroście korzeni i pędów. W tym okresie zapotrzebowanie na fosfor jest niewielkie, ale rośliny reagują na wszelkie zakłócenia w procesie pobierania tego składnika. Drugi termin szczególnej wrażliwości na odżywianie fosforem to okres kwitnienia i dojrzewania. W tym okresie fosfor stymuluje proces nalewania ziarna, przyczynia się do lepszego osadzania ziaren w kłosach oraz poprawia jakość nasion.

Warunkiem prawidłowego odżywiania roślin pszenicy potasem jest zawartość tego składnika w glebie. Potas jest czynnikiem krytycznym wzrostu pszenicy od fazy strzelania w źdźbło do fazy początku nalewania ziarna. Odpowiednie zaopatrzenie pszenicy jarej w potas w okresie intensywnego wzrostu jest podstawowym

warunkiem prawidłowego wykształcenia się elementów struktury plonu. Potas wpływa na efektywność wykorzystania azotu przez rośliny. Przy słabym zaopatrzeniu roślin w potas azot nawozowy staje się mało efektywny. Im rośliny lepiej zaopatrzone są w potas i azot, tym mniej potrzebują azotu do wytworzenia plonu użytkowego. Pierwiastek ten odpowiada za gospodarkę wodną w roślinie. Rośliny słabo odżywione potasem w warunkach suszy zużywają więcej wody na wyprodukowanie jednostki suchej masy. Plonotwórcze działanie potasu jest związane z większą odpornością roślin na patogeny grzybowe. Określenie potrzeb nawozowych pszenicy na fosfor i potas powinno uwzględniać przewidywalny poziom plonu, jednostkowe pobieranie składników z plonem głównym (ziarnem) wraz z odpowiednią ilością słomy oraz aktualny stan zasobności gleby w przyswajalne formy składników. W warunkach bardzo wysokiej zasobności gleby w fosfor i potas zalecane dawki nawozów można zmniejszyć o 30–40 P_2O_5 lub K_2O kg/ha. Na glebach o wysokiej zasobności dawki nawozów można zmniejszyć o około 20 P_2O_5 lub K_2O kg/ha. Przy niskiej zasobności gleby w fosfor i potas dawki nawozów należy zwiększyć o 30 P_2O_5 lub K_2O kg/ha. Przy bardzo niskiej zasobności w fosfor i potas powinno się zwiększyć dawki nawozów o około 40–60 P_2O_5 lub K_2O kg/ha, co nie gwarantuje wysokich plonów, ale poprawi zasobność gleby w te składniki (tab. 9).

Ze względów środowiskowych nie należy stosować nawożenia fosforem jeśli jego zawartość w glebie przekracza 40 mg na 100 g gleby mineralnej lub 80 mg na 100 g gleby w glebach węglanowych. Dotyczy to stosowania zarówno w nawozach mineralnych, jak i naturalnych.

Nawożenia potasem można zaniechać jeżeli zawartość składnika jest większa niż: 35 mg/100 g w glebach bardzo lekkich; 40 mg/100 g w glebach lekkich; 50 mg/100 g w glebach średnich; 60 mg/100 g w glebach ciężkich.

Tabela 9. Dawki fosforu i potasu w kg/ha

Składnik	Zawartość fosforu i potasu w glebie			
	b. niska	niska	średnia	wysoka
Fosfor	60–80*	45–59	30–44	20–29
Potas	75–90	55–74	40–54	25–39

*górne granice przedziałów stosować w warunkach sprzyjających uzyskaniu wysokiego plonu (na żyznych glebach, po dobrym przedplonie), a dolne – przy spodziewanych niskich plonach (w gorszych warunkach siedliska). Źródło: badania własne

Nawożenie siarką

Rośliny dobrze zaopatrzone w siarkę wykazują większą odporność na mróz i suszę. Plonotwórcze działanie siarki jest ściśle powiązane z gospodarką azo-

tową rośliny. Rośliny optymalnie zaopatrzone w siarkę intensywniej pobierają azot i w konsekwencji zmniejsza się ryzyko wymywania azotanów do głębszych warstw profilu glebowego. Rośliny dobrze zaopatrzone w siarkę efektywniej przetwarzają pobrany azot na plon użytkowy, co ma ogromne znaczenie ekonomiczne, gdyż w tych warunkach zasadne staje się rozważenie możliwości zmniejszenia zalecanych dotychczas dawek nawozów azotowych. Nawożenie siarką powinno być zabiegiem koniecznym na glebach o niskiej zawartości tego składnika (tab. 10). Siarkę stosuje się w postaci nawozów wieloskładnikowych. Decydując się na nawożenie siarką, należy pamiętać, że znaczne ilości tego pierwiastka towarzyszą innym składnikom pokarmowym w nawozach (siarczan amonu – 24% S w formie pierwiastkowej, superfosfat pylisty – 11,5–14%, siarczan potasu – 17%).

Tabela 10. Dawki siarki dla zbóż w zależności od zawartości składnika w glebie (kg/ha S)

Zawartość siarki w glebie	Bardzo niska	Niska	Średnia	Wysoka	Bardzo niska
Dawki siarki	35	30	25	–	–

Źródło: Sułek (2009b)

Nawożenie mikroelementami

Mikroelementy są składnikami odżywczymi, które w istotny sposób wpływają na pokrycie potrzeb nawozowych rośliny. Właśnie te składniki wpływają często na ograniczenie plonowania roślin, mimo tego, że pobierane są w niewielkich ilościach wynoszących kilka lub kilkaset gramów na 1 ha uprawy. Określenie prawidłowej zawartości mikroelementów w roślinach jest niezmiernie ważnym problemem agrotechnicznym i jakościowym, wpływającym na plon. Pierwiastki te znacząco wpływają na przemiany biochemiczne zachodzące w roślinie, a ich optymalna zawartość wpływa na podwyższenie otrzymanego plonu oraz poprawę cech jakościowych plonu. Niektóre mikroelementy dostarczane są do gleby wraz z podstawowymi nawozami mineralnymi oraz nawozami organicznymi. Ilości te nie zapewniają jednak naddatku tych składników, szczególnie przy stosowaniu intensywnej technologii produkcji wraz ze stosowaniem większych dawek NPK. Przy wyższych plonach następuje zwiększone pobieranie mikroelementów przez rośliny aż do wystąpienia ich niedoborowej zawartości w glebie i roślinie. Istnieje więc potrzeba dostarczania mikroelementów w postaci mikroskładników.

Pszenica jara wykazuje dużą wrażliwość na niedobór miedzi, manganu oraz cynku. Niedobór manganu występuje najczęściej w glebie świeżo wapnowanej oraz przy pH gleby powyżej 6,5, a miedzi na glebach – nowinach.

Najbardziej skutecznym sposobem dostarczania deficytowych mikroskładników jest nawożenie dolistne roślin. Na polskim rynku dominują dolistne nawozy

wieloskładnikowe, czyli zawierające mikroelementy z dodatkiem niektórych mikroelementów, najczęściej N i Mg. Głównymi zaletami tych nawozów jest szybkość działania i wysoki stopień wykorzystania wnoszonych składników. Dokarmianie dolistne roślin mikroelementami jest zabiegiem dodatkowym, wspomagającym wykorzystanie NPK oraz ograniczającym skutki niedoborów mikroelementów w roślinach, wynikających z ich niedostatecznej zawartości w glebie lub utrudnień w ich pobieraniu.

Mikroelementy podaje się doglebowo lub dolistnie – często w połączeniu z innymi nawozami, najczęściej z azotem, czy środkami ochrony roślin.

Przy ostrych niedoborach mikroskładnika, głównie Cu i Zn, zalecane jest doglebowe nawożenie roślin nawozem z tym składnikiem, które stosuje się raz na kilka lat. Natomiast przy niewielkich niedoborach, zwłaszcza w czasie wegetacji roślin, preferowane z ekonomicznego punktu widzenia jak i efektywności i szybkości działania składnika jest dolistne dokarmianie mikroelementami. Przyjmuje się, że mikroelementy są 10-, a niektóre nawet 30-krotnie lepiej wykorzystywane przez rośliny w porównaniu z ich doglebową aplikacją. Dolistne dokarmianie zaleca się stosować w sytuacji utrudnionego pobierania składnika z gleby, nawet przy średniej czy wysokiej zasobności w glebie, m.in. w czasie suszy, czy przy wysokim pH gleby, gdzie większość mikroelementów jest niedostępna. Nawożenie mikroelementami zalecane jest w intensywnych technologiach, przy oczekiwanych dużych plonach, w okresie intensywnego wzrostu roślin, kiedy rośliny wykazują zwiększone zapotrzebowanie na składniki pokarmowe. Nawożenie mikroskładnikami najlepsze efekty daje we wczesnych fazach rozwojowych, najlepiej w fazie krzewienia czy strzelania w źdźbło. Bardzo ważna jest forma nawozów dolistnych. Najlepiej działają te, które są w postaci chelatów, co umożliwia ich lepsze wykorzystanie przez części nadziemne roślin.

Nawożenie azotem

Wielkość całkowitej dawki azotu pod pszenicę jarą określa się z iloczynu plonu osiągalnego w warunkach konkretnego pola i pobrania składnika na jednostkę plonu głównego z odpowiednią ilością słomy. Całkowitą dawkę azotu, jaką rolnik planuje zastosować po uwzględnieniu prognozowanej wielkości plonu należy podzielić na dwie lub trzy części, aby zmniejszyć ryzyko strat składnika w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych, a w razie potrzeby skorygować przyjęty plan nawożenia azotem. W celu zapewnienia właściwego zaopatrzenia w ten składnik w krytycznych fazach rozwoju roślin całkowitą dawkę należy podzielić wg proporcji:

- 50–60% przedsiewnie – wpływa korzystnie na krzewistość oraz stopień różnicowania się elementów kłosa, a następnie na ich wykształcenie;

- pozostałą część w fazie strzelania w źdźbło – zapobiega redukcji elementów kłosa i zwiększa powierzchnię asymilacyjną liści;
- w uprawie pszenicy na cele jakościowe należy uwzględnić trzecią dawkę azotu, około 10–30% dawki całkowitej, która zastosowana w fazie od liścia flagowego do dojrzałości mlecznej, utrzymuje sprawność aparatu asymilacyjnego, wpływa na dobre wypełnienie ziarna i zawartość białka (tab. 11).

Tabela 11. Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej w zależności od dawki i terminu stosowania azotu

Nawożenie azotem [kg/ha N]	Plon ziarna w [dt/ha]	Ilość glutenu [%]	Masa 1000 w g ziaren	Wskaźnik sedymentacyjny [cm^3]	Zawartość białka [% s.m.]
90 (45* + 45**)	59,5	27,5	42,8	74,7	13,4
90 (30* + 30** + 30***)	57,3	27,9	43,3	77,3	13,7
180 (90* + 90*)	66,2	28,0	43,9	76,3	13,8
180 (60* + 60** + 60***)	64,3	29,8	46,3	78,0	14,2
Kontrola	48,8	25,5	40,1	70,0	12,7

Źródło: Sułek i Podolska (2008)
Terminy stosowania azotu w formie saletry amonowej: *przed siewem, ** w fazie strzelania w źdźbło, ***w fazie kłoszenia

Wielkość pierwszej dawki azotu uściśla się na podstawie testu azotu mineralnego (N_{min}), który jest bezpośrednim wskaźnikiem azotu glebowego dostępnego dla roślin. Podstawowym wymogiem wyznaczenia dawki azotu metodą N_{min} jest oznaczenie zawartości azotu mineralnego w glebie wiosną, tuż przed ruszeniem wegetacji

Ze względu na zróżnicowanie przebiegu procesu mineralizacji azotu w glebie, wywołane głownie przez różne wartości temperatury i wilgotności gleby, analiza gleby na zawartość N_{min} powinna być wykonana w każdym roku. Próbki należy pobrać za pomocą zestawu lasek o rosnącej długości i malejącej średnicy: 0–30, 31–60 i 61–90 cm w tych samych otworach. Na jedną próbę zbiorczą z danej głębokości powinno się składać 10–15 próbek z pojedynczych punktów pobrania. Próbka zbiorcza o masie ok. 100 g powinna być reprezentatywna dla powierzchni do 4 ha (gdy występuje mała zmienność glebowa) lub 1 ha (gdy występuje duża zmienność glebowa). Próbki muszą być oczyszczone z kamieni i części roślin oraz rozdrobnione. Następnie należy je umieścić w szczelnych woreczkach i dokładnie opisać. Próbki glebowe można oznaczyć w stacjach chemiczno-rolniczych, gdzie należy je dostarczyć niezwłocznie po pobraniu.

Dawkę podstawową azotu w zbożach ozimych metodą N_{min} oblicza się z algorytmu, w którym podstawowym składnikiem jest tzw. wartość krytyczna (standardowa) zawartości azotu w glebie na początku wegetacji:

$$D_{N =} N_{sd -} N_{mi\ (0 - 90\ cm),}$$

gdzie: D_N – dawka nawozowa azotu (kg/ha), N_{sd} – zawartość standardowa – krytyczna, $N_{min\ (0 - 90\ cm)}$ – zawartość azotu mineralnego w glebie, w warstwie do 90 cm (kg/ha).

Przykład wyznaczania pierwszej wiosennej dawki azotu:
Dane:
1. Plon ziarna – 8 t/ha.
2. Pobranie jednostkowe, pszenica konsumpcyjna – 30 kg/t N.
3. Zawartość azotu mineralnego w glebie – 50 kg/ha.

Obliczenia:
1. System 3 dawek: $N_{sd} = (8 \times 30) \times 05 = 240 \times 05 = 120$ kg/ha N.
2. System 3 dawek: $N_{sd} = (8 \times 30) \times 0{,}66 = 240 \times 0{,}66 = 160$ kg/ha N.

Dawka nawozowa azotu:
1. $D_N = 20–50 = 70$ kg/ha N.
2. $D_N = 160–50 = 110$ kg/ha N.

Wyliczona ilość nawozów może być korygowana przez uściślenie stanu odżywienia roślin za pomocą testów roślinnych. Najstarszym sprawdzonym testem roślinnym jest test azotu ogólnego, polegający na oznaczeniu w laboratorium zawartości azotu ogólnego w całej masie nadziemnej zbóż. Próbki materiału roślinnego pobiera się w okresie między pełnym krzewieniem a początkiem strzelania w źdźbło. W tabeli 12 przedstawiono możliwość uściślenia drugiej dawki azotu pod zboża na podstawie wyników analizy roślin (cała masa nadziemna).

Tabela 12. Uściślenie drugiej wiosennej dawki pod zboża na podstawie azotu ogólnego w częściach nadziemnych roślin

Potrzeby nawożenia	**Udział N w masie nadziemnej zbóż w fazie strzelania w źdźbło [%]**	**Modyfikacja drugiej dawki azotu**
Bardzo małe i małe	> 4,4	nie stosować
Średnie	4,4–4,4	zmniejszyć o 25–50 %
Duże	3,0–4,2	utrzymać
Bardzo duże	< 3,0	zwiększyć o 25–50 %

Źródło: Fotyma (2002)

3.4. Rola hodowli w integrowanej ochronie pszenicy

W integrowanej uprawie stawiać trzeba na odmiany pszenicy wszechstronnie przebadane, zarówno pod względem wartości gospodarczej jak przystosowania do naszego klimatu. Takie warunki spełniają odmiany wpisane do polskiego rejestru, które dodatkowo badane są jeszcze w systemie badań porejestrowych (PDO). Po wejściu Polski do UE w obrocie pojawił się materiał siewny odmian ze Wspólnotowego Katalogu Odmian (CCA), których właściwości są z punktu widzenia krajowych warunków siedliskowych są nierozpoznane, z tego powodu uprawa tych odmian może powodować nieoczekiwane negatywne skutki.

Oferta zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej jest bardzo bogata i wszechstronna. Zapewnia dobór odpowiedniej kreacji nie tylko pod względem właściwości użytkowych, ale – co bardzo istotne w integrowanej uprawie – o określonych wymaganiach siedliskowych, zimotrwałości, wymaganiach co do terminu i gęstości siewu oraz odporności czy podatności na uszkodzenia powodowane przez patogeny i szkodniki. Materiał siewny wybranej odmiany pszenicy najlepiej zakupić w wyspecjalizowanych firmach, co gwarantuje czystość odmianową i odpowiednie przygotowanie ziarna. Wymiana materiału siewnego wskazana jest co 2–3 lata, bowiem choć pszenica jest zbożem w dużym stopniu samopylnym, po kilku latach uprawy następuje pogorszenie jakości i utrata czystości odmianowej. W badaniach Grabińskiego i Mazurka (1998) stwierdzono, że pszenica z własnej reprodukcji plonowała średnio o 3 dt/ha niżej od ziarna kwalifikowanego, a w wypadku braku zaprawiania różnice przekraczały 5 dt/ha.

3.5. Dobór odmian

Pszenica ozima

Obecnie w krajowym rejestrze (KR) pszenicy ozimej rejestrze znajduje się 119 odmian. W tej liczbie jedną zaliczono do grupy technologicznej elitarne chlebowe (E), 55 – jakościowe chlebowe (A), 49 – chlebowe (B), 1 – na ciastka (K) i 13 – pastewne lub inne (C). Udział odmian zagranicznych pszenicy ozimej w KR jest dość duży i obecnie wynosi 64%. Trzy spośród wszystkich zarejestrowanych odmian (Mewa, Ostka Strzelecka i Ostroga) cechują się ościstym kłosem, co czyni je bardziej przydatnymi do uprawy na terenach przyleśnych, gdyż w mniejszym stopniu są uszkadzane przez zwierzynę. Odmiana Tulecka wyróżnia się białą barwą ziarna. W roku 2016 w KR zarejestrowano pierwszą odmianę mieszańcową pszenicy ozimej pod nazwą Hybery. Odmiana ta wyróżnia się bardzo dobrą plennością, jednak jej przewaga nad odmianami populacyjnymi jest znacznie mniejsza niż w np. w życie. Odmiany mieszańcowe w doświadczeniach PDO oceniane

są przy takiej samej agrotechnice, jak odmiany populacyjne, stosuje się jedynie mniejszą o 30% normę wysiewu.

Badania urzędowe przed zarejestrowaniem i porejestrowe (PDO) pszenicy prowadzi się przy uprawie na dwóch zróżnicowanych poziomach agrotechniki. Wysoki poziom agrotechniki (a_2) różni się od przeciętnego zwiększonym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, stosowaniem dolistnych preparatów wieloskładnikowych (łącznie z fungicydami), ochroną przed wyleganiem (1 zabieg) i chorobami (2 zabiegi). Pozwala to oceniać reakcję odmian przy dodatkowych nakładach na nawożenie i ochronę.

Na wartość gospodarczą odmian zbóż składa się wiele cech i właściwości. Przy wyborze odmian pszenicy ozimej zwraca się uwagę przede wszystkim na wielkość i jakość plonu. Cechy jakościowe ziarna są względnie stałe, to znaczy, że wzajemne relacje między badanymi odmianami utrzymują się zarówno w różnych środowiskach w danym roku jak i w kolejnych sezonach. Podkreślić jednak należy, że wartości poszczególnych parametrów technologicznych w dużym stopniu modyfikowane są warunkami środowiska (gleba, nawożenie, pogoda itp.), ale reakcja odmian jest na ogół bardzo podobna. Odmiany pszenicy zwyczajnej mogą być zaliczone do jednej z pięciu grup: E – elitarna chlebowa, A – jakościowa chlebowa, B – chlebowa, C – pastewna lub inna, K – na ciastka. Odmiany zaliczone do grup E, A, B są przydatne do wypieku chleba, stąd w nazwie określenie „chlebowa".

Obecnie największe znaczenie mają odmiany jakościowe chlebowe (grupa A), zarówno jeśli chodzi o kierunek prac hodowlanych, liczbę odmian w KR, jak i znaczenie w nasiennictwie. Popularność odmian jakościowych wynika ze znacznego postępu w plenności, jaki wnoszą te odmiany. Postęp hodowlany dotyczy również jakości technologicznej. Pod względem jakościowym zdecydowanie wyróżnia się odmiana Astoria – pierwsza i jak dotąd jedyna w KR pszenicy ozimej odmiana elitarna chlebowa (grupa E). Zaliczenie odmiany do danej grupy nie oznacza jednak, że w każdych warunkach klimatyczno-środowiskowych uzyska ona zadowalające wartości wskaźników przemiałowych czy wypiekowych. Potencjalna jakość technologiczna odmian może się w pełni ujawnić dopiero przy odpowiednio wysokiej zawartości białka (glutenu) w ziarnie. Duży wpływ, często większy niż odmiana, na zawartość białka (glutenu) ma przebieg pogody i agrotechnika, a zwłaszcza poziom nawożenia azotowego. W doświadczeniach, z których pobiera się próby ziarna do badań technologicznych stosuje się średnio ponad 150 kg azotu na 1 ha.

Zarejestrowane odmiany pszenicy ozimej, podobnie jak innych zbóż i ważniejszych gatunków roślin rolniczych sprawdzane są corocznie w ramach PDO. Liczba doświadczeń PDO dla pszenicy ozimej jest znacząca i wynosi ponad 70 rocznie. W tabelach wynikowych przedstawiono ważniejsze cechy rolniczo-użytkowe zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej.

Pominięto jedynie 27 odmian, które nie były już badane w ostatnich trzech latach. Duża liczba zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej i ich znaczne zróżnicowanie pod względem cech rolniczo-użytkowych, a także morfologicznych pozwala na optymalne dopasowanie odmiany do konkretnych warunków gospodarstwa.

Odmiany charakteryzują się dość dużą zmiennością plonowania w poszczególnych latach, co wynika ze zmiennych warunków pogodowych. W roku 2015 i 2017 zimy miały na ogół łagodny przebieg, stąd zimotrwałość nie była czynnikiem ograniczającym plonowanie odmian. Odmienne warunki miały miejsce w sezonie 2015/2016. Niskie temperatury, brak okrywy śnieżnej i słabe zahartowanie roślin spowodowały, że wymarzanie w wielu rejonach kraju było dość znaczne. Dla rolników najbardziej pożądane są odmiany o dużej stabilności plonowania, które w każdym roku, przy różnym przebiegu wegetacji, będą plonować na zadowalającym poziomie. Średnio w trzyleciu w grupie A najlepiej plonowały odmiany: RGT Kilimanjaro, Linus i Formacja oraz zarejestrowane w tym roku: Euforia, Comandor i Apostel. Spośród odmian chlebowych (B) najwyższy plon uzyskała mieszańcowa odmiana Hybery. Ponadto w tej grupie jakościowej bardzo dobrze plonowały również: Owacja, RGT Bilanz, Rotax i Artist oraz nowo zarejestrowane: Plejada, SY Orofino i RGT Treffer. Wszystkie te odmiany cechują się zadowalającą zimotrwałością (ocena co najmniej 3,5°). Odmiany pastewne mają niewielkie znaczenie w uprawie. Plennością ustępują najlepszym odmianom z grupy A i B, ponadto mankamentem wielu z nich jest gorsza zimotrwałość (oceny 2–3° w skali 9-stopniowej) (tab. 13).

Mimo, że w uprawie pszenicy ozimej powszechnie stosuje się fungicydy i regulatory wzrostu, to przy wyborze odmiany ważna jest także odporność na wyleganie oraz zdrowotność odmian. Z reguły odmiany wykazują zróżnicowaną odporność na poszczególne choroby. W ostatnich latach na pszenicy ozimej powszechnie występują septoriozy liści (ponad 90% doświadczeń). Bardzo często obserwuje się także mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną (50–60% doświadczeń), w nieco mniejszym nasileniu natomiast brunatną plamistość liści, septoriozę plew i fuzariozę kłosów (30–35% doświadczeń). Rzadziej występuje kompleks chorób podstawy źdźbła (ok. 20% doświadczeń). W ostatnich latach w wielu rejonach kraju dość powszechnie pojawiała się rdza żółta, która na odmianach podatnych przyczynia się do znacznej obniżki plonu. Największe różnice odmianowe zaznaczają się w odporności na rdzę żółtą, a także na septoriozy liści, mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną. Znajomość odporności odmian na choroby i wyleganie pozwala przyjąć optymalny program ochrony (tab. 14).

Różnice w wysokości roślin pszenicy ozimej są znaczne i wynoszą 35 cm. W odporności na wyleganie najlepiej oceniane są odmiany: Florencia, Silenus Askalon, Kepler i Kometa.

Tabela 13. Pszenica ozima. Podstawowe wskaźniki wartości gospodarczej odmian (wg COBORU)

Odmiana	Rok wpisania do Krajowego rejestru	Grupa wartości technologicznej	Plon ziarna		Zimotrwałość	Wysokość roślin	Odporność na wyleganie	Dojrzałość pełna
			poziom a_1	poziom a_2				
			[dt/ha]		[skala 9°]	[cm]	[skala 9°]	dni od 1.01
1	2	3	4		5	6	7	8
Astoria	2012	E	78,9	92,3	3,0	101	6,8	202
Apostel	2018	A	91,9	101,5	3,5	89	7,5	204
Arkadia	2011	A	84,8	101,0	6,0	104	6,5	202
Arktis	2013	A	82,1	92,0	4,5	98	7,5	203
Askalon	2009	A	85,8	98,2	2,5	91	8,2	203
Bamberka	2009	A	83,0	94,9	3,0	95	6,8	204
Comandor	2018	A	94,4	104,3	4,5	95	6,6	205
Consus	2015	A	85,9	96,8	2,0	94	7,7	204
Delawar	2015	A	90,3	101,4	4,0	89	7,8	204
Estivus	2012	A	86,2	97,0	3,0	93	7,9	203
Euforia	2018	A	96,3	105,3	5,5	87	8,0	204
Florus	2014	A	85,6	96,0	3,0	97	6,7	202
Formacja	2017	A	89,8	100,8	4,5	104	6,9	203
Franz	2014	A	87,4	99,7	3,0	94	6,9	203
Hondia	2014	A	88,5	98,8	5,5	96	7,7	203
Kepler	2010	A	90,2	101,2	2,5	84	8,3	204
Kredo	2010	A	80,0	91,8	2,0	85	7,8	203
KWS Dakotana	2014	A	89,9	100,5	3,0	89	7,2	203
KWS Firebird	2017	A	89,3	100,7	3,5	97	7,0	204
KWS Malibu	2015	A	85,3	95,4	2,0	99	6,8	204
KWS Spencer	2017	A	89,5	101,6	4,5	91	6,3	203
Lavantus	2013	A	84,7	96,4	3,0	95	7,5	202
Leandrus	2015	A	85,9	99,4	3,0	91	7,1	204
Legenda	2005	A	80,4	96,1	6,0	117	6,4	203
Lindbergh	2016	A	84,2	95,6	2,5	98	7,1	202

Tabela 13. Pszenica ozima. Podstawowe wskaźniki wartości gospodarczej odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Rok wpisania do Krajowego rejestru	Grupa wartości technologicznej	Plon ziarna		Zimotrwałość	Wysokość roślin	Odporność na wyleganie	Dojrzałość pełna
			poziom$_{a_1}$	poziom$_{a_2}$				
			[dt/ha]		[skala 9°]	[cm]	[skala 9°]	dni od 1.01
1	2	3	4		5	6	7	8
Linus	2011	A	92,9	104,5	4,0	89	7,6	204
Mirek	2016	A	84,0	94,2	2,0	91	7,7	203
Natula	2009	A	86,8	98,3	5,0	104	6,8	203
Nordkap	2016	A	86,2	94,9	2,5	92	7,9	203
Ostroga o/	2008	A	82,8	95,2	6,0	98	6,3	204
Oxal	2011	A	91,1	103,3	2,0	93	7,9	204
Patras	2012	A	88,4	99,6	4,0	92	6,5	202
Praktik	2012	A	89,4	101,5	4,0	86	7,3	203
Reduta	2018	A	90,2	98,3	4,5	91	7,7	205
RGT Kilimanjaro	2014	A	91,7	102,3	4,0	87	7,5	204
RGT Metronom	2017	A	87,1	98,3	4,5	93	7,6	203
Sailor	2011	A	86,5	97,6	4,5	101	6,9	202
Skagen	2009	A	88,4	98,5	5,0	97	6,5	204
Tonacja	2001	A	83,0	95,9	5,5	104	7,2	204
Tulecka b/	2012	A	83,3	97,3	2,0	103	7,1	203
Artist	2013	B	92,5	104,4	4,0	93	7,3	203
Bartosz	2016	B	92,7	101,7	3,5	97	7,2	204
Belissa	2014	B	87,0	101,0	5,0	91	7,6	203
Błyskawica	2018	B	89,8	103,0	4,0	87	7,3	204
Bogatka	2004	B	81,4	96,1	5,5	105	6,1	202
Bonanza	2016	B	93,1	103,9	4,0	90	7,7	204
Dakar	2016	B	86,3	94,4	2,0	97	7,6	205
Dolores	2016	B	91,4	102,2	4,0	86	8,1	203
Fakir	2013	B	88,2	99,7	4,5	95	7,0	203

Tabela 13. Pszenica ozima. Podstawowe wskaźniki wartości gospodarczej odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Rok wpisania do Krajowego rejestru	Grupa wartości technologicznej	Plon ziarna		Zimotrwałość	Wysokość roślin	Odporność na wyleganie	Dojrzałość pełna
			poziom a_1	poziom a_2				
			[dt/ha]		[skala 9°]	[cm]	[skala 9°]	dni od 1.01
1	2	3	4		5	6	7	8
Fidelius	2010	B	84,6	98,1	4,5	99	6,4	202
Forum	2012	B	90,7	102,4	2,0	88	7,4	203
Hybery F_1	2016	B	96,7	106,3	3,5	100	8,1	204
Janosch	2015	B	91,2	102,1	3,0	92	8,3	205
Jantarka	2010	B	86,3	98,4	5,5	97	6,4	203
Kometa	2016	B	80,0	89,5	2,0	89	8,1	203
KWS Dacanto	2011	B	89,2	99,7	2,0	90	7,7	204
KWS Livius	2013	B	87,6	100,3	3,0	102	7,0	204
KWS Loft	2014	B	85,3	97,3	2,0	92	7,2	203
KWS Magic	2012	B	87,3	99,9	1,5	87	7,7	204
KWS Ozon	2010	B	89,3	100,7	4,0	84	7,7	203
LG Jutta	2016	B	95,4	104,6	5,5	89	7,8	205
Medalistka	2016	B	90,3	101,5	5,5	105	6,9	203
Meister	2011	B	91,9	103,0	1,5	93	7,8	203
Mulan	2008	B	87,0	99,1	3,0	96	6,6	202
Muszelka	2008	B	86,0	97,9	2,5	81	7,9	202
Opcja	2016	B	88,0	95,8	3,0	87	7,6	203
Owacja	2017	B	90,4	102,5	4,5	105	6,5	202
Pengar	2013	B	82,6	95,5	2,0	92	7,4	204
Platin	2012	B	88,7	99,4	4,0	98	7,7	203
Plejada	2018	B	95,7	104,6	5,0	96	7,3	205
Pokusa	2015	B	89,3	101,2	3,0	99	6,3	203
RGT Bilanz	2017	B	91,4	103,7	4,5	92	7,7	204
RGT Treffer	2018	B	92,9	102,6	4,5	89	6,9	205

Tabela 13. Pszenica ozima. Podstawowe wskaźniki wartości gospodarczej odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Rok wpisania do Krajowego rejestru	Grupa wartości technologicznej	Plon ziarna		Zimotrwałość	Wysokość roślin	Odporność na wyleganie	Dojrzałość pełna
			poziom$_{a_1}$	poziom$_{a_2}$				
			[dt/ha]		[skala 9^{o}]	[cm]	[skala 9^{o}]	dni od 1.01
1	2	3	4		5	6	7	8
Rivero	2016	B	90,9	102,3	3,5	92	7,4	203
Rotax	2014	B	94,0	103,8	5,0	93	6,5	203
Sfera	2018	B	94,8	101,9	4,0	93	7,2	205
Silenus	2015	B	85,1	94,0	2,0	88	8,6	204
Speedway	2012	B	87,7	98,6	2,0	93	7,5	204
SY Orofino	2018	B	93,7	102,7	4,0	88	7,8	205
Titanus	2018	B	90,6	101,6	3,0	88	8,0	205
Tobak	2014	B	86,1	97,6	3,0	91	6,8	203
Tytanika	2017	B	90,5	103,1	5,0	92	6,9	203
Florencja	2015	C	86,1	97,5	2,0	88	8,7	205
Frisky	2016	C	93,4	103,1	3,0	88	7,8	203
Gimantis	2015	C	93,6	104,6	3,5	87	7,6	204
KWS Kiran	2016	C	92,5	103,0	4,0	88	7,3	204
Markiza	2007	C	82,9	97,5	5,0	102	8,0	203
Ohio	2014	C	86,0	95,5	2,0	95	7,3	204
RGT Kicker	2016	C	91,9	103,8	3,0	90	7,3	204
Rockefeller	2015	C	83,5	94,5	2,0	91	7,7	205
Sikorka	2018	C	92,7	103,1	3,0	88	7,4	205
Viborg	2016	C	91,1	100,3	2,5	80	7,1	204

Odmiany niebadane w latach 2015-2017: Baletka, Bockris, Boomer, Fregata, Ludwig, Naridana, Olivin, Ostka Strzelecka, Rywalka, Smuga, Sukces, Torrild, Turnia, Wydma, Zawisza, Zyta (grupa A), Banderola, Bystra, Jenga, Kris, Mewa, Nutka, Smaragd (grupa B), Bagou (grupa K), Belenus, Rapsodia, Satyna (grupa C)

$^{o/}$ – odmiana o kłosie ościstym; $^{b/}$ – odmiana o białej barwie ziarna, F_1 – odmiana mieszańcowa

* E – elitarne chlebowe, A – jakościowe chlebowe, B – chlebowe, C – pastewne lub inne

** a_1 – przeciętny poziom agrotechniki, a_2 – wysoki poziom agrotechniki

*** skala 9^{o} – większa wartość oznacza stan korzystniejszy (mniejsze porażenie przez choroby)

Tabela 14. Pszenica ozima. Odporność na choroby i niektóre cechy ziarna odmian (wg COBORU)

Odmiana	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Brunatna plamistość liści	Septoriozy liści*	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Liczba opadania	Zawartość białka	Wsk. sedymen. SDS
	[skala 9°]**								[g]	[%]	[skala 9°]**		
Astoria	7,9	7,2	7,6	8,2	7,7	6,6	7,1	7,4	49,9	92	7	8	8
Apostel	8,0	8,1	7,8	8,7	7,4	6,9	7,4	7,3	47,2	93	8	5	8
Arkadia	7,8	6,5	7,7	5,8	7,5	5,9	7,1	7,5	47,9	91	7	5	7
Arktis	7,8	7,8	7,4	8,6	7,7	6,4	7,4	7,9	43,8	89	7	7	8
Askalon	8,1	7,7	8,1	8,7	7,7	6,9	7,5	7,9	43,4	82	8	5	8
Bamberka	7,8	7,9	7,5	8,7	7,6	6,7	7,2	7,5	47,0	89	8	7	8
Comandor	8,3	7,8	8,3	8,7	7,5	6,9	7,5	7,6	43,1	87	9	5	7
Consus	8,1	8,2	7,4	8,8	7,9	7,1	7,5	7,8	45,0	84	8	6	7
Delawar	8,5	8,2	8,3	8,7	7,8	7,5	7,8	8,2	40,3	84	8	6	7
Estivus	8,0	7,9	8,1	8,6	7,8	6,7	7,4	7,7	45,5	86	8	6	7
Euforia	8,0	8,1	8,0	8,6	7,3	6,9	7,6	7,5	44,3	88	9	5	8
Florus	7,6	7,9	8,0	8,5	7,9	6,6	7,3	7,6	42,5	74	8	5	6
Formacja	7,6	7,8	7,8	8,2	7,8	6,5	7,7	7,9	42,8	87	8	5	8
Franz	8,3	8,1	8,2	8,7	8,0	7,2	7,1	7,6	44,0	87	9	5	8
Hondia	8,5	8,1	8,2	8,7	7,7	6,8	7,6	8,1	48,5	88	9	6	8
Kepler	8,4	7,9	8,0	9,0	7,6	7,2	7,6	7,9	47,0	85	8	5	7
Kredo	8,3	7,9	7,7	8,8	7,8	6,9	7,7	8,0	42,6	84	7	5	7
KWS Dakotana	8,3	7,6	8,1	8,7	7,8	7,2	7,6	7,6	45,2	89	5	6	7
KWS Firebird	8,2	7,7	7,3	8,6	8,0	7,0	7,1	7,4	42,6	86	9	5	9
KWS Malibu	8,6	8,1	8,4	8,6	7,8	7,1	7,7	8,4	43,7	84	7	5	8
KWS Spencer	8,1	7,8	7,9	8,7	7,6	6,8	7,2	7,6	47,2	89	9	5	8
Lavantus	7,8	6,8	8,0	7,7	7,8	6,4	7,4	7,7	42,2	78	8	5	7
Leandrus	8,6	7,6	8,3	8,7	8,0	7,1	7,5	8,0	42,2	85	9	5	6
Legenda	7,8	7,6	8,0	6,9	7,8	6,4	7,6	8,4	44,9	90	8	7	7
Lindbergh	7,9	8,2	8,3	8,4	7,8	7,0	7,0	7,3	45,6	89	7	5	7

Tabela 14. Pszenica ozima. Odporność na choroby i niektóre cechy ziarna odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Brunatna plamistość liści	Septoriozy liści*	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Liczba opadania	Zawartość białka	Wsk. sedymen. SDS
	[skala 9°]**								[g]	[%]	[skala 9°]**		
Linus	8,3	7,6	7,8	8,6	7,8	6,8	7,3	7,6	44,3	82	6	5	6
Mirek	7,9	8,2	7,6	8,8	7,2	7,3	7,2	8,2	41,4	86	7	5	8
Natula	7,8	7,8	7,7	7,9	7,6	6,3	7,5	7,7	47,2	89	7	6	8
Nordkap	8,3	8,2	7,9	8,5	7,8	6,9	7,2	7,9	46,5	87	7	5	8
Ostroga o/	8,2	7,2	8,4	8,0	8,0	7,0	7,6	8,1	48,8	89	6	6	8
Oxal	8,2	7,7	7,9	8,9	7,8	7,3	7,9	7,8	45,5	86	6	5	8
Patras	8,1	7,9	7,8	8,7	7,6	6,7	7,1	7,5	50,8	91	8	5	8
Praktik	8,2	7,6	8,3	8,7	7,7	6,6	7,4	7,7	41,1	82	8	5	8
Reduta	8,4	7,4	7,5	8,7	7,4	6,6	7,4	7,5	44,0	84	9	5	8
RGT Kilimanjaro	8,3	7,5	8,1	8,6	7,7	6,9	7,5	7,9	45,5	86	9	6	8
RGT Metronom	7,8	8,0	7,3	8,7	7,7	7,4	7,5	7,9	48,2	90	9	6	8
Sailor	8,0	7,4	7,5	8,6	7,4	6,3	7,3	7,7	47,0	91	6	6	5
Skagen	8,0	8,0	7,2	8,9	7,8	7,2	7,7	8,0	46,0	89	9	7	8
Tonacja	8,1	6,8	7,5	6,4	7,7	6,6	7,6	8,3	47,0	90	6	6	7
Tulecka b/	8,1	7,4	7,6	7,2	7,8	6,5	7,2	8,0	46,4	86	5	5	7
Artist	8,1	7,8	7,7	8,5	7,5	6,3	7,3	7,4	46,9	85	9	5	8
Bartosz	8,2	7,7	7,8	8,6	8,0	7,1	7,5	7,8	44,5	86	7	4	8
Belissa	8,2	7,6	7,8	6,6	7,7	6,5	7,2	7,6	45,2	89	8	6	6
Błyskawica	7,9	6,9	8,4	8,7	7,3	6,8	7,1	7,2	46,5	82	5	4	7
Bogatka	8,1	7,6	7,7	6,9	7,7	6,2	7,2	7,6	50,8	91	8	6	7
Bonanza	8,7	8,1	8,1	8,4	7,8	7,1	7,4	8,1	42,8	85	6	4	7
Dakar	8,3	8,1	8,5	8,5	7,9	7,9	7,6	8,1	45,5	87	6	5	7

Tabela 14. Pszenica ozima. Odporność na choroby i niektóre cechy ziarna odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Brunatna plamistość liści	Septoriozy liści*	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Liczba opadania	Zawartość białka	Wsk. sedymen. SDS
	[skala 9°]**								[g]	[%]	[skala 9°]**		
Dolores	7,9	8,1	8,4	8,6	7,6	7,2	7,0	7,7	44,7	86	7	5	7
Fakir	8,2	8,1	8,0	8,8	7,8	6,8	7,5	7,8	44,3	87	8	6	9
Fidelius	7,8	7,9	8,0	8,6	7,8	5,9	7,0	7,5	45,5	87	8	4	8
Forum	7,7	7,6	7,7	8,8	7,6	7,1	7,4	7,5	45,0	86	7	5	6
Hybery F1	8,6	8,1	8,5	8,8	7,9	7,1	7,9	8,2	44,8	87	6	4	7
Janosch	8,6	6,8	8,2	8,5	7,7	7,2	7,4	8,0	45,9	86	6	4	6
Jantarka	7,8	7,8	7,7	8,3	7,8	6,3	7,3	7,6	48,1	88	7	5	5
Kometa	8,4	8,0	8,4	8,8	7,6	6,8	6,7	7,7	42,8	86	7	6	6
KWS Dacanto	8,1	7,7	8,3	8,7	7,7	6,9	7,4	7,2	45,6	86	8	4	8
KWS Livius	8,0	7,5	7,8	8,8	7,9	7,1	7,4	7,7	48,6	90	8	6	7
KWS Loft	8,4	7,9	8,4	7,7	7,9	6,9	7,5	7,8	44,1	82	9	5	7
KWS Magic	8,1	7,7	7,2	7,9	7,8	7,1	7,4	7,5	41,2	84	9	6	7
KWS Ozon	7,9	7,8	7,7	8,7	7,5	6,5	7,0	7,3	47,4	90	8	4	8
LG Jutta	8,2	8,3	8,4	8,8	7,9	7,6	7,4	7,8	41,0	80	6	4	7
Medalistka	8,3	7,2	7,6	8,4	7,6	6,2	7,3	7,6	47,9	93	8	4	8
Meister	8,2	7,5	7,3	8,6	7,7	6,9	7,8	7,8	48,5	92	8	6	7
Mulan	7,9	7,5	7,4	8,7	7,7	6,6	7,4	7,8	45,3	91	6	5	6
Muszelka	7,7	8,0	7,3	8,7	7,5	6,3	6,9	7,1	43,5	83	6	4	7
Opcja	8,1	7,8	8,4	8,8	7,6	7,1	7,1	7,4	42,8	83	6	5	7
Owacja	8,1	8,1	8,0	7,6	7,8	7,2	7,6	8,2	45,7	89	6	4	7
Pengar	8,0	7,5	7,9	8,6	7,5	6,9	7,5	7,7	41,5	80	8	5	6
Platin	7,7	7,3	8,1	8,6	7,8	6,9	7,4	7,8	42,5	86	7	4	8
Plejada	8,6	8,2	8,2	7,9	7,6	7,5	8,2	8,1	45,5	80	8	4	7
Pokusa	8,2	7,5	7,7	8,6	7,6	6,9	7,2	7,8	45,4	91	6	5	6

Tabela 14. Pszenica ozima. Odporność na choroby i niektóre cechy ziarna odmian (wg COBORU) – cd.

Odmiana	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Brunatna plamistość liści	Septoriozy liści*	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Liczba opadania	Zawartość białka	Wsk. sedymen. SDS
	[skala 9°]**								[g]	[%]	[skala 9°]**		
RGT Bilanz	8,3	7,6	7,4	8,7	7,5	6,8	7,2	7,9	44,2	88	8	4	8
RGT Treffer	7,8	8,0	7,6	8,8	7,2	7,2	7,6	8,1	43,8	82	8	4	9
Rivero	7,6	8,1	8,5	8,8	7,8	7,5	7,0	7,4	42,5	87	8	4	8
Rotax	8,1	7,8	8,2	8,6	7,6	7,1	7,6	7,8	42,1	82	7	4	7
Sfera	8,0	8,1	7,5	8,6	7,3	6,8	7,5	7,2	44,1	82	8	4	7
Silenus	8,4	7,8	8,5	8,6	7,6	6,9	7,5	7,7	46,7	89	7	5	7
Speedway	8,0	8,4	8,4	8,9	7,8	7,4	7,6	8,0	41,8	81	7	4	7
SY Orofino	8,3	8,3	8,1	8,8	7,4	7,3	7,4	7,7	46,1	87	6	4	8
Titanus	8,2	7,9	7,1	7,6	7,5	6,9	7,2	7,4	46,2	87	6	4	9
Tobak	7,9	7,8	7,3	8,7	7,7	6,8	7,4	7,7	44,5	86	8	5	7
Tytanika	8,2	7,8	7,1	7,9	8,0	6,5	7,0	7,5	40,3	77	7	4	7
Florencja	8,4	7,6	8,5	8,3	8,3	7,4	7,6	8,3	45,1	86	6	3	
Frisky	8,4	8,0	8,6	8,6	7,8	7,3	7,6	7,8	42,2	83	7	3	
Gimantis	8,3	8,2	8,0	8,6	7,7	7,6	7,7	8,0	43,5	84	6	4	
KWS Kiran	8,4	7,8	8,6	8,7	7,6	7,0	7,2	7,5	44,9	89	7	3	
Markiza	8,1	7,8	7,2	6,3	7,4	6,2	7,6	7,8	46,1	87	7	6	
Ohio	8,2	8,1	8,6	8,8	8,0	7,4	7,6	8,0	49,0	92	7	5	
RGT Kicker	8,3	7,5	7,9	8,8	8,0	7,0	7,6	7,7	40,0	80	7	3	
Rockefeller	8,5	8,3	8,3	8,8	7,9	7,3	7,2	8,3	41,3	75	8	4	
Sikorka	7,6	8,0	7,1	8,8	7,6	7,0	7,7	7,6	43,2	86	8	3	
Viborg	7,7	8,2	8,3	8,8	7,6	7,4	7,4	7,3	41,6	74	7	3	

°/ – odmiana o kłosie ościstym; b/ – odmiana o białej barwie ziarna; F_1 – odmiana mieszańcowa

* septoriozy liści – *Septoria tritici i Stagonospora nodorum*

** skala 9° – wyższa wartość oznacza stan ogóły korzystniejszy (mniejsze porażenie przez choroby)

Pszenica jara

Prace hodowlane nad pszenicą jarą prowadzą do poprawy nie tylko ilości pozyskiwanego plonu ziarna, ale także jego jakości. Coraz większa liczba jakościowych odmian chlebowych w KR świadczy o ukierunkowaniu hodowli w stronę poprawy parametrów technologicznych uzyskiwanego ziarna, przy jednoczesnym podnoszeniu poziomu plenności odmian.

Krajowy rejestr odmian pszenicy jarej liczy obecnie 33 odmiany pszenicy zwyczajnej jarej, z których 26 to odmiany polskie, 7 odmiany zagraniczne oraz jedna odmiana pszenicy twardej i dwie odmiany pszenicy orkisz, wszystkie trzy z polskiej hodowli. Formy zagraniczne stanowią 21% wszystkich zarejestrowanych odmian pszenicy zwyczajnej jarej. Przeważają jakościowe odmiany chlebowe (A) – 25, natomiast mało jest odmian chlebowych (B) – 5, elitarnych odmian chlebowych (E) – 2 oraz odmian pastewnych lub innych (C) – 1. Przydatne do wypieku chleba są odmiany grup: E, A, B. Wynika to z samej nazwy „chlebowa". W roku 2014 zostały uszczegółowione nazwy grup, mianowicie „elitarna" i „jakościowa". Celem było jednoznaczne określenie jakości ziarna i jego przeznaczenia.

W ramach badań PDO w COBORU w 2017 roku testowano 22 odmiany pszenicy jarej w 55 punktach doświadczalnych zlokalizowanych na terenie całego kraju. W tabeli 15 przedstawiono wyniki odmian, które w latach 2015–2017 przeszły co najmniej dwuletni cykl badań. Kolejność odmian w tabeli uszeregowano alfabetycznie w poszczególnych grupach technologicznych.

Wartość gospodarcza odmian pszenicy, a także innych zbóż wyznaczana jest przez szereg cech i właściwości, z których wysokość i jakość plonowania roślin to jeden z ważniejszych, jak nie najważniejszy czynnik, pozwalający dokonać wyboru odpowiedniej odmiany. W 2017 roku pszenica jara plonowała o ok. 7,6 dt z ha lepiej w stosunku do roku 2016. Średni plon ziarna na przeciętnym poziomie agrotechniki (a_1) dla odmian wzorcowych tego gatunku wynosił 74,4 dt z ha, natomiast na wysokim poziomie agrotechniki był o 8,4 dt z ha większy. W wieloleciu 2015–2017 najlepiej plonowały odmiany z grupy B – Frajda oraz Harenda. Wysoki plon uzyskały także jakościowe odmiany chlebowe (A) – Nimfa, Jarlanka, WPB Skye oraz Goplana.

Oprócz wielkości i jakości plonu, znaczenie przy wyborze odmiany mają też te cechy, w obrębie których różnice odmianowe są największe. Dotyczy to wysokości roślin, odporności na wyleganie i choroby oraz cech ziarna (masa 1000 ziaren, wyrównanie). Ponadto wiedza na temat odporności odmian na choroby, czy też wyleganie, pozwala przyjąć optymalny program ochrony.

Pszenica jara jako gatunek odporny na wyleganie, przy niskim poziomie nawożenia azotowego, nie wymaga stosowania regulatorów wzrostu, natomiast przy wyższym nawożeniu azotem zabieg skracania źdźbła może być traktowany jako drugoplanowy. W ostatnim trzyleciu wyleganie notowano w około 66%

Tabela 15. Ważniejsze cechy rolniczo-użytkowe odmian pszenicy zwyczajnej jarej (wg COBORU)

Odmiany	Rok rejestracji	**Plon ziarna a_1 [dt/ha]	**Plon ziarna a_2 [dt/ha]	Masa 1000 ziaren [g]	Liczba opadania	Zawartość białka	Wsk. sedymen. SDS	Wysokość roślin [cm]	Dojrzałość pełna (liczba dni od 1.01)	Wyleganie	Choroby podst. źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Septoriozy liści	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów
					[skala 9 °]***					[skala 9 °]***							
Jakościowe chlebowe (grupa A)																	
Arabella	2011	69,1	75,9	39,5	7	7	9	91	211	7,7	7,8	8,2	7,8	8,3	6,6	7,5	7,6
Goplana	2015	71,3	79,6	42,2	8	7	7	90	213	7,2	7,9	8,4	7,9	7,9	7,0	7,5	7,7
Izera	2012	64,3	74,3	40,3	6	7	8	97	210	7,4	7,6	7,4	7,4	6,7	6,6	7,5	7,8
Jarlanka	2017	71,6	77,9	43,8	8	7	8	87	212	7,2	8,0	8,3	8,1	8,6	7,0	7,3	7,7
Kandela	2010	67,8	75,3	42,7	8	7	9	90	212	7,3	7,7	8,4	8,0	8,6	7,2	7,6	8,1
KWS Torridon	2012	68,5	77,2	40,7	8	7	8	83	213	8,4	7,6	7,5	7,9	8,5	7,2	7,2	7,7
Mandaryna	2014	69,4	76,8	36,6	8	5	9	93	211	7,9	7,8	8,2	8,0	7,3	6,7	7,6	7,9
Nimfa	2016	71,9	78,8	43,9	8	8	8	84	212	7,3	7,8	8,4	8,1	8,8	6,9	7,2	7,6
Ostka Smolicka *	2010	64,0	75,3	41,6	7	5	9	93	212	7,1	7,8	7,1	7,2	6,2	6,6	7,4	7,7
Rusałka	2016	71,2	80,4	42,5	8	7	8	89	212	7,4	7,8	7,8	7,7	6,9	6,9	7,2	7,5
Serenada	2015	67,3	76,3	46,1	8	8	9	93	213	7,2	7,9	8,0	7,7	7,7	7,2	6,9	7,4

Tabela 15. Ważniejsze cechy rolniczo-użytkowe odmian pszenicy zwyczajnej jarej (wg COBORU)

Struna	2013	67,1	75,8	40,6	6	6	9	97	211	6,6	7,8	8,1	8,0	8,1	7,1	7,7	7,9
Tybalt	2005	70,4	78,7	42,8	8	7	8	84	212	7,6	7,8	8,3	8,1	8,7	7,1	7,4	7,7
Varius	2016	71,1	78,0	39,8	8	7	8	84	212	7,9	7,6	8,4	7,8	8,3	7,1	7,6	7,8
WPB Skye	2016	71,4	79,7	43,7	8	7	8	86	212	7,0	7,8	8,5	7,8	8,7	7,1	7,2	7,5
Chlebowe (grupa B)																	
Frajda	2017	72,7	78,9	40,0	6	7	7	91	211	7,4	7,6	8,4	7,7	7,8	7,1	7,4	7,9
Harenda	2014	72,2	79,5	41,4	7	6	9	90	212	7,8	7,9	7,7	8,2	8,7	7,2	7,7	7,6
Kamelia	2015	67,6	75,9	40,9	9	7	7	85	212	7,7	7,5	8,1	8,1	7,7	6,9	7,4	7,7

*odmiana o kłosie ościstym, **plon ziarna: a_1 – przeciętny poziom agrotechniki (bez ochrony), a_2 – wysoki poziom agrotechniki (zwiększone o 40 kg/ha nawożenie azotowe, dolistne preparaty wieloskładnikowe, ochrona przed wyleganiem i chorobami), ***skala 9°-stopniowa – większa wartość oznacza korzystniejszą ocenę (większą odporność na choroby i mniejsze wyleganie)

doświadczeń. Największą odpornością na wyleganie, wśród wszystkich zarejestrowanych odmian pszenicy zwyczajnej jarej, cechuje się jakościowa odmiana chlebowa KWS Torridon. Natomiast do odmian o dużej i dość dużej podatności na wyleganie należą: Struna, WPB Skye, Ostka Smolicka, Jarlanka, Goplana oraz Serenada.

Z reguły odmiany pszenicy jarej wykazują zróżnicowaną odporność na choroby. W ostatnich latach na pszenicy jarej powszechnie występują septoriozy liści, mączniak prawdziwy i rdza brunatna. Spośród wymienionych chorób największe różnice odmianowe notuje się w przypadku porażenia mączniakiem prawdziwym i rdzą żółtą. Odmianami o największej podatności na mączniaka prawdziwego są: Ostka Smolicka, Izera oraz KWS Torridon, natomiast największą odpornością na rdzę żółtą cechują się: Nimfa, Tybalt, WPB Skye, Harenda.

Szeroki wachlarz odmian daje producentowi możliwość doboru najbardziej odpowiedniej do uprawy w konkretnych warunkach przyrodniczo-rolniczych. Istotne przy wyborze mogą okazać się specyficzne cechy morfologiczne odmian (np. ościstość kłosów). Obecnie w KR znajdują się dwie odmiany ościste: Ostka Smolicka (A) oraz Zadra (B). Oścista jest również jedyna zarejestrowana odmiana pszenicy twardej: SMH87. Odmiany o takiej morfologii nadają się szczególnie do uprawy na polach położonych w bliskim sąsiedztwie terenów leśnych, gdzie występuje ryzyko szkód powodowanych przez zwierzynę. Jak się okazuje, jest to coraz większy problem wielu rolników. Obsiew pola od strony lasu pszenicą ościstą to dobra alternatywa.

3.6. Siew

Pszenica ozima

Pszenica ozima należy do roślin dnia długiego. Oznacza to, że fazę generatywną rozpoczyna po przyjęciu określonej liczby godzin świetlnych. Z długością dnia ściśle związany jest termin siewu. Długość dnia ma podstawowy wpływ na morfogenezę, a więc różnicowanie, inicjację, segmentację i wałeczkowanie stożka wzrostu; decyduje o krzewistości ogólnej, a więc liczbie kłosów na jednostce powierzchni, liczbie kłosków w kłosie, a tym samym i plonie ziarna z kłosa i z rośliny. Opóźnienie terminu siewu powoduje wskutek obniżającej się temperatury spowolnienie tempa wschodów oraz ukazywania się kolejnych liści. Rośliny z siewów późnych (koniec października) nie osiągają fazy krzewienia, zatem okres wschody-krzewienie tych roślin wydłuża się do wiosny, kiedy długość dnia jest większa o ponad 3 godziny. W tych warunkach dochodzi do gwałtownego skracania się długości fazy krzewienia i redukcji liczby wytworzonych pędów na roślinie, prowadzące do mniejszej obsady kłosów na powierzchni gleby (tab. 16). Opóźnienie terminu sie-

wu powoduje również, że rośliny osiągają fazę strzelania w źdźbło przy dniu długim, powodującym skrócenie okresu od strzelania w źdźbło do kłoszenia, w którym to okresie ostatecznie formują się płodne kwiatki w kłosie.

Zmniejszenie plonu ziarna z jednostki powierzchni wraz z opóźnieniem terminu siewu jest wynikiem słabszego krzewienia i mniejszej obsady kłosów, mniejszego plonu ziarna z rośliny i z kłosa oraz mniejszej liczby ziaren z rośliny (ryc. 4, tab. 17).

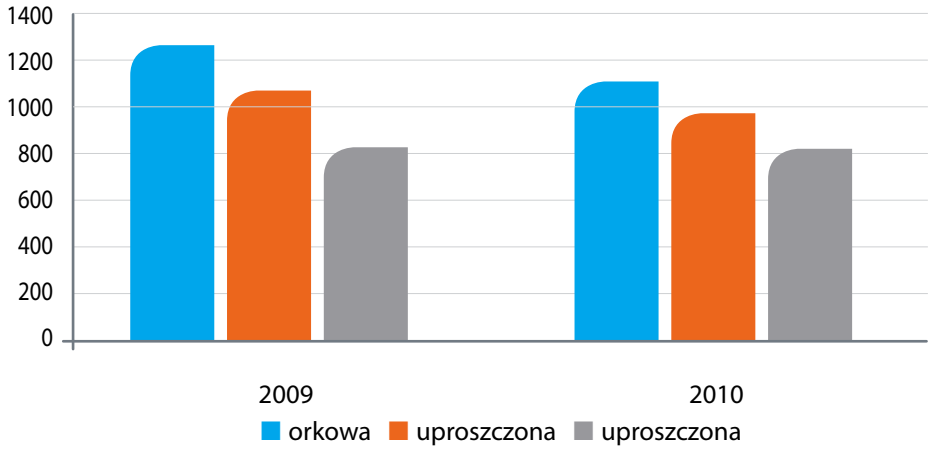
Obok zmian wartości cech struktury plonu opóźnienie terminu siewu powoduje niekorzystne zmiany w budowie łanu. Przede wszystkim następuje ogólne skrócenie pędów głównych i bocznych, ograniczenie udziału w łanie roślin rozkrzewionych na korzyść jednopędowych, oraz zwiększenie się udziału roślin średnich i niskich kosztem wysokich. Rośliny niskie rosnące w łanie pszenicy wytwarzają mniejszą liczbę kłosków w kłosie, mniejszą liczbę ziarna w kłosie, mają krótszy kłos w konsekwencji czego ich plon w porównaniu do roślin wysokich jest dużo mniejszy.

Tabela 16. Czas trwania (w dniach) długości okresów międzyfazowych pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu

Międzyfazy	Termin siewu		
	optymalny	opóźniony	późny
	liczba dni	liczba dni	liczba dni
Siew – wschody	11	13	16
Wschody – krzewienie	14	30	46
Krzewienie – strzelanie w źdźbło	163–166	166–172	137–140
Strzelanie w źdźbło – kłoszenie	23–26	25–28	23–29
Kłoszenie – dojrzałość mleczna	22–23	20–21	21–22
Dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa	19–20	19–20	18–24
Dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna	15–20	17–21	19
Długość okresu wegetacji	307	299	287

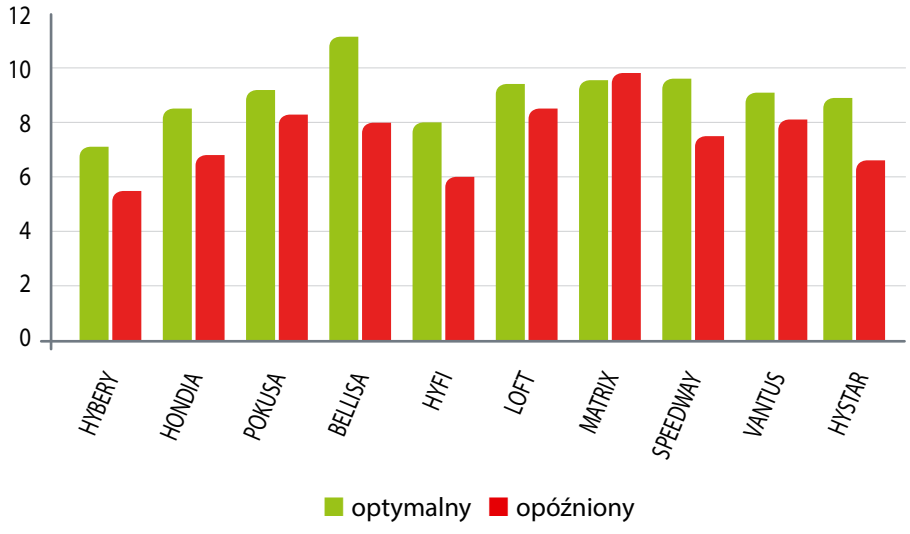
Tabela 17. Wpływ terminu siewu pszenicy ozimej na cechy struktury plonu

Termin siewu	Liczba kłosów	Plon ziarna z rośliny	Plon ziarna z kłosa	Liczba ziaren z rośliny	Liczba ziaren z kłosa	Rozkrzewienie produkcyjne
Optymalny	813	3,33	1,70	73,5	34,4	2,2
Opóźniony	667	2,73	1,60	61,7	36,0	1,7
Późny	613	2,16	1,38	50,8	32,3	1,6



Ryc. 4. Plonowanie pszenicy ozimej (g/m^2) w terminie optymalnym, dwa tygodnie później i 4 tygodnie później (IUNG-PIB)

Badania prowadzone w IUNG-PIB RZD Werbkowice wskazują, że niektóre odmiany charakteryzują się większą tolerancją na opóźnienie siewu (ryc. 5). U odmian tych możemy opóźnić termin siewu w zależności od rejonu do 5 lub 25 października. Pozostałe odmiany należy wysiewać w terminie optymalnym dla rejonu.



Ryc. 5. Plon ziarna pszenicy ozimej (t/ha) w terminie optymalnym i opóźnionym o trzy tygodnie

Optymalne terminy siewu pszenicy dla poszczególnych części Polski:

- północno-wschodnia i wschodnia – od 15 do 25 września;
- centralna i południowo-wschodnia – od 20 do 30 września;
- północno-zachodnia i zachodnia – od 20 września do 5 października;
- Dolny Śląsk – od 25 września a 10 października.

Przy uprawie pszenicy należy wysiewać dobrej jakości kwalifikowany materiał siewny. Jedynie w takim wypadku jest możliwość uzyskania wysokich, dobrej jakości plonów ziarna. Materiał siewny powinien odznaczać się dobrym wyrównaniem, czystością nie mniejszą niż 98%, zdolnością kiełkowania nie mniejszą niż 90%, masą 1000 ziaren – 40–45 g i wilgotnością poniżej 15%.

Ziarno siewne powinno być koniecznie zaprawione. Zabieg ten ogranicza występowanie wielu chorób, a niektóre z nich (np. głownię pylącą lub śnieć cuchnącą) można zwalczać tylko tym sposobem. Niektóre zaprawy ograniczają również rozwój chorób grzybowych powodujących zgorzel siewek (np. *Fusarium*) oraz działają dodatkowo przeciwko chorobom liści do początku fazy strzelania w źdźbło.

Przy uprawie pszenicy na cele jakościowe, gdzie stosuje się większą dawkę nawożenia azotowego, większą zawartość białka można osiągnąć w łanach sianych rzadziej. Wysiew 4,5–3,5 mln ziarn na ha wydaje się być optymalnym. Jednak należy uzależnić go od stanowiska i warunków glebowych. Zalecaną ilość wysiewu można stosować na glebach kompleksów pszennego bardzo dobrego, pszennego dobrego, w stanowisku po strączkowych, okopowych czy rzepaku, w innym wypadku należy zwiększyć ilość wysiewu o około 5–10%. Pszenicę ozimą sieje się na głębokość 3–4 cm. Ilość wysiewu w kg/ha wyliczyć należy wg wzoru:

$$\text{Ilość wysiewu w kg} = \frac{n \times MTZ}{W} \times 100,$$

gdzie: n – gęstość wysiewu w szt/m^2, MTZ – masa 1000 ziarn (około 40–48 g), W – wartość użytkowa nasion (zdolność kiełkowania × czystość).

Określenie optymalnej gęstość siewu zależy od czynników zarówno siedliskowych, jak i agrotechnicznych (tab. 18, 19).

W słabszych warunkach glebowych (gorsza żyzność, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśny odczyn) powinno się siać zboża gęściej niż na lepszych glebach. Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących na glebach o mniejszej zasobności w składniki pokarmowe i wodę. Z kolei na glebach żyznych duża obsada roślin sprzyja wyleganiu roślin. Nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzanie sprzyjają nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat

plonu ziarna zbóż. W stanowiskach po zbożach, które zalicza się do złych przedplonów, racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu, przede wszystkim ze względu na przenoszenie chorób podsuszkowych ujemnie wpływających na liczbę kłosów w łanie.

Zboża konkurują z chwastami o światło, składniki pokarmowe i wodę, dlatego w celu ograniczenia rozwoju chwastów przez zmniejszenie ich przestrzeni życiowej na polach silnie zachwaszczonych, zaleca się stosowanie większej gęstości siewu.

W rejonach o nasilonym występowaniu chorób zbóż zaleca się zmniejszenie normy wysiewu, gdyż nadmierne zwarcie łanu skutkuje pogorszeniem jego przewiewności i sprzyja wyleganiu.

Tabela 18. Normy wysiewu pszenicy w różnych warunkach glebowych w kg/ha

Kompleks glebowy	Pszenica
Pszenny bardzo dobry, pszenny dobry	190–215
Żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	195–220
Żytni dobry, pszenny wadliwy	205–228
Żytni słaby, zbożowo-pastewny słaby	–
Żytni bardzo słaby	–

Źródło: Instrukcja upowszechnieniowa nr 110 IUNG-PIB

Tabela 19. Zakres zwiększania (+%) lub zmniejszania (–%) normy wysiewu pszenicy ozimej w zależności od różnych warunków i czynników

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Pszenica
Kwaśny odczyn gleby	+ (4–6%)
Opóźniony termin siewu	+ (2–3%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (4–6%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–5%)
Odmiany silnie krzewiące się	– (3–5%)
Odmiany słabo krzewiące się	+ (4–6%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– 4–6%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (2–3%)

Źródło: Instrukcja upowszechnieniowa nr 110 IUNG-PIB

Pszenica jara

Wysoka wartość materiału siewnego decyduje o pełnych i wyrównanych wschodach, prawidłowym wzroście i rozwoju roślin. Nasiona przeznaczone do siewu powinny charakteryzować się:

- czystością nie mniejszą niż 98%;
- wysoką masą 1000 ziaren (powyżej 40 g);
- dobrą zdrowotnością;
- zdolnością kiełkowania nie mniejszą niż 95%.

Najwłaściwsze jest zaopatrzenie się w nasiona kwalifikowane jednolite pod względem pochodzenia i odmiany. W produkcji zaleca się nabywać nasiona w stopniu oryginału. Materiał taki można wysiewać przez 3–4 lata, bez obawy spadku plonu, jeżeli będzie się go starannie reprodukować.

W celu ochrony roślin przed chorobami w pierwszych fazach rozwoju należy zaprawiać nasiona preparatami, które zwalczają głownie, zgorzel siewek, mączniaka oraz septoriozę.

Zaprawianie materiału siewnego znakomicie wpisuje się w integrowaną ochronę pszenicy, pod warunkiem, że zaprawa zostanie zastosowana w odpowiedniej dawce zalecanej przez Instytut Ochrony Roślin – PIB. Zabieg ten umożliwia zwalczanie sprawców chorób za pomocą niewielkiej ilości substancji czynnej lub ich mieszanin. Możliwość późniejszej obecności substancji czynnej w ziarnie po zbiorze jest minimalna, ponieważ czas od siewu do zbioru jest bardzo długi – substancja czynna ulega całkowitemu rozłożeniu. W przypadku niektórych patogenów (sprawców śnieci, głowni i zgorzeli podstawy źdźbła) nie ma poza zaprawianiem ziarna innych możliwości zlikwidowania choroby. Zaprawianie nasion zaliczane jest do najbardziej oszczędnych, a przy tym najbardziej bezpiecznych dla środowiska zabiegów chemicznych w produkcji rolniczej. Najbardziej uniwersalną zaprawą jest Baytan Trio 180 FS, która ogranicza porażenie przez wszystkie ważniejsze choroby pszenicy. Zaleca się także średnio uniwersalne preparaty: Maxim 025 FS, Vitavax 2000 FS i Zaprawa Orius.

Pszenica jara wymaga wczesnego terminu siewu. Powinien to być koniec marca lub pierwsza dekada kwietnia. Opóźnienie wysiewu powoduje wyraźne zmniejszenie plonu ziarna, ale podwyższenie zawartości białka w ziarnie (jednak w mniejszym stopniu niż zmniejszenie plonu ziarna) (tab. 20).

Opóźnienie siewu wywiera większy ujemny wpływ na plonowanie pszenicy na glebach słabszych niż na glebach lepszych. Większa żyzność gleby wpływa bowiem dodatnio na rozkrzewienie roślin, łagodząc w pewnym stopniu ujemny wpływ na tę cechę opóźnienia siewu. Wczesny termin siewu w połączeniu z dobrymi warunkami glebowymi sprzyja wytwarzaniu większej masy wegetatywnej zbóż, co powoduje zagrożenie wylegania roślin. W takim przypadku ważny jest

Tabela 20. Plon ziarna i cechy struktury plonu pszenicy jarej odmiany Nawra średnio z lat 2004–2006

Cechy	Termin siewu		NIR(0,05)
	optymalny	opóźniony	
Plon ziarna (kg/m^2)	0,807	0,521	0,183
Masa 1000 ziaren (g)	43,6	41,8	r.n.
Rozkrzewienie produkcyjne	1,92	1,42	0,41
Masa ziarna z rośliny (g)	2,13	1,54	0,56
Masa ziarna z kłosa (g)	1,39	1,24	0,06
Liczba ziaren z rośliny (szt.)	18,9	36,4	11,2
Liczba ziaren z kłosa (szt.)	31,8	28,7	1,7

Źródło: Sułek (2009a)

dobór odmiany odpornej na wyleganie. Konieczności przestrzegania wczesnego terminu siewu, szczególnie na glebach lżejszych, sprzyja szybsze tempo przesychania takich gleb po zimie i możliwość wcześniejszej ich uprawy.

W miarę opóźniania terminu siewu korzystniejszy wpływ na plonowanie zbóż wywiera zwiększenie dawki azotu. Silniej zaznacza się to w gorszych warunkach glebowych. Azot jest czynnikiem pobudzającym rośliny do lepszego krzewienia się, natomiast opóźnienie siewu przez skrócenie fazy krzewienia roślin wpływa na to odwrotnie. Dlatego wzrastający poziom nawożenia azotem (do pewnej granicy) zmniejsza ujemny wpływ opóźnienia terminu siewu na liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Jednak przy dużym opóźnieniu terminu siewu (po 15 kwietnia) wysokie dawki azotu nie mogą być wykorzystane przez rośliny. Duża obniżka plonu ziarna przy znacznym opóźnieniu siewu wiąże się bowiem z mniejszym pobraniem azotu przez rośliny w krótszym okresie wegetacji.

W miarę opóźniania terminu siewu efektywniejsze stają się większe gęstości siewu. Jest to spowodowane słabszym krzewieniem się roślin pod wpływem opóźnienia siewu i gorszym zwarciem łanu. Uzyskanie optymalnej liczby kłosów w łanie w przypadku opóźnienia siewu jest możliwe przez zwiększenie gęstości siewu. Bardziej efektywne jest to na glebach słabszych. Zwiększenie wysiewu ziarna nie wyrównuje w pełni ujemnego wpływu opóźnienia siewu na plony zbóż jarych, zwłaszcza przy dużym opóźnieniu, gdyż oprócz spadku liczby kłosów z przeciętnej rośliny, zmniejsza się także liczba ziaren w kłosie, a także nasila się wypadanie roślin.

Przy wczesnym terminie siewu zboża jare spotykają się z silniejszą konkurencją chwastów w porównaniu ze stwierdzoną przy późnym wysiewie. Spowodowane

jest to niższą temperaturą występującą na przełomie marca i kwietnia, która nie sprzyja szybkim wschodom pszenicy. W takich warunkach chwasty mogą wschodzić szybciej od pszenicy, co wymusza na tym etapie stosowanie herbicydu do zniszczenia chwastów.

Wpływ gęstości siewu na plonowanie pszenicy jarej jest związany z konkurencją roślin o światło, wodę i składniki mineralne. Wysoki plon ziarna można uzyskać przy optymalnej gęstości siewu, która zależy głównie od jakości gleby i terminu siewu.

W słabszych warunkach glebowych (kompleks żytni bardzo dobry i żytni dobry, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśniejszy odczyn) powinno się siać pszenicę gęściej niż na glebach lepszych (kompleksy pszenne). Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących na glebach o mniejszej zasobności w składniki pokarmowe i wodę. Duża gęstość siewu na glebach słabych (przepuszczalnych) może być nieefektywna w latach suchych wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w wodę zwiększonej liczby roślin w łanie. W warunkach kwaśnego odczynu gleby uaktywnia się toksyczne oddziaływanie jonów glinu, manganu i wanadu na system korzeniowy zbóż. Im mniejszy system korzeniowy, tym słabsze krzewienie się roślin skutkujące niedostateczną liczbą kłosów w łanie i dlatego bardziej efektywne stają się zwiększone ilości wysiewu.

Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin i bujniejszy ich wzrost w efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę, co potęguje stopień wylegania w przypadku dużej obsady roślin. Nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzenie sprzyjają nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna. Uzasadnia to potrzebę rzadszego siewu pszenicy na lepszych glebach.

W uprawie pszenicy w stanowisku po zbożach, które zalicza się do gorszych przedplonów, racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu. W uprawie zbóż w stanowisku po bobowatych podnoszących zasobność gleby w azot, który wzmaga rozkrzewienie roślin, zaleca się zmniejszenie normy wysiewu.

Zboża konkurują z chwastami o światło, składniki pokarmowe i wodę, dlatego na polach silnie zachwaszczonych zaleca się stosowanie większej gęstości siewu, aby umożliwić przewagę zboża nad chwastami w łanie w celu ograniczenia rozwoju chwastów przez zmniejszenie ich przestrzeni życiowej.

W rejonach o nasilonym występowaniu chorób zbóż zaleca się zmniejszenie normy wysiewu, gdyż nadmierne zwarcie łanu skutkuje pogorszeniem jego przewiewności i sprzyja wyleganiu. Takie warunki ujemnie wpływają na mikroklimat łanu zbóż, gdyż podnosi się wilgotność powietrza i temperatura w obrębie łanu, co sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób, które mogą znacznie ograniczyć plon ziarna. Jeśli planujemy chemiczne zwalczanie chorób, to możemy wysiewać zboża trochę gęściej.

Z uwagi na to, że każda partia materiału siewnego charakteryzuje się na ogół odmiennymi parametrami, a zwłaszcza masą 1000 ziarn oraz zdolnością kiełkowania, ilość wysiewu należy każdorazowo wyliczyć wg następującego wzoru:

$$\text{Ilość wysiewu (kg/ha)} = \frac{\text{gęstość siewu (szt. ziarn/ha)} \times \text{MTZ (g)}}{\text{Czystość (\%)} \times \text{zdolność kiełkowania (\%)}} .$$

Zakres zwiększania lub zmniejszania gęstości siewu w warunkach niesprzyjających lub sprzyjających dobremu rozkrzewieniu roślin podano w tabeli 21. Zaleca się rozstawę rzędów 12–13 cm i głębokość siewu 3 cm. Ścieżki technologiczne należy zsynchronizować z szerokością roboczą opryskiwacza.

Tabela 21. Zakres zwiększania (+%) lub zmniejszania (–%) normy wysiewu pszenicy jarej w zależności od różnych warunków i czynników

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Mniejsze ujemne oddziaływanie czynnika	Większe ujemne oddziaływanie czynnika
Kwaśny odczyn gleby	+ (3–4%)	+ (5–6%)
Opóźniony termin siewu	+ (4–7%)	+ (8–12%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–4%)	+ (5–6%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (3–4%)	+ (5–7%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (3–4%)	– (5–7%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (1–2%)	– (3–4%)

Źródło: Noworolnik (2006)

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

4.1. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

W integrowanym ograniczaniu zachwaszczenia w uprawach rolniczych kładzie się nacisk na stosowanie niechemicznych metod zwalczania chwastów. Uprawa zbóż, w tym pszenicy ozimej i jarej, charakteryzuje się bardzo wąską rozstawą międzyrzędzi. Najczęściej zboża są siane w rzędach co 10–15 cm, maksymalna rozstawa w pszenicy ozimej wynosi nie więcej niż 20 cm szerokości. Taka technologia praktycznie wyklucza możliwość zwalczania chwastów w sposób mechaniczny, zwłaszcza w wyższych fazach rozwojowych. Pielęgnowanie zasiewów pszenicy ozimej ma na celu niszczenie tworzącej się na powierzchni roli skorupy oraz zniszczenie kiełkujących chwastów. W praktyce cele te osiąga się przez jesienne bronowanie pola przed wschodami (Adamczewski i Dobrzański 2008), natomiast zabieg ten wykonany krótko po wschodach pszenicy uważany jest za niecelowy, a czasami nawet szkodliwy. Wiosenne bronowanie pszenicy ozimej jest zabiegiem bardzo korzystnym. Poza niszczeniem chwastów i skorupy glebowej poprawia stosunki powietrzno-wodne. Bronowanie należy wykonać na ukos lub w poprzek rzędów pszenicy po ruszeniu wegetacji, na obsuszonych polach, gdy już minie groźba przymrozków. Do tego celu, w zależności od warunków glebowych i klimatycznych, można wykorzystać brony lekkie, średnie, ciężkie lub brony-chwastowniki. W pszenicy jarej można wykonać podobne zabiegi po siewie, gdy ukażą się wschody chwastów oraz po raz drugi po rozkrzewieniu się zboża (nie wcześniej jak w fazie 4. liścia). Jednak nie są to zabiegi, które mogą całkowicie zabezpieczyć uprawę pszenic przed zachwaszczeniem. Można je wykonać, ale koniecznie przed zabiegami chemicznego zwalczania chwastów! W tabeli 22 zestawiono najważniejsze gatunki chwastów występujące w pszenicy

Bardzo często początkowa faza rozwojowa pszenicy ozimej w terminie wiosennym jest nieistotna. Pierwsze zabiegi można wykonać bezpośrednio po ruszeniu wegetacji bez względu na fazę rozwojową zboża. Istotną informacją dotyczącą terminów jest określenie jak długo, czyli, do jakiej fazy można wykonać konkretny zabieg. Dotyczy to przede wszystkim pszenic, ale również należy pamiętać o fazie rozwojowej chwastów, które zazwyczaj im młodsze, tym bardziej są wrażliwe. Odchwaszczanie pszenicy jarej w zdecydowanej większości przypada na okres od początku do końca jej krzewienia (Olejarski 2016).

Tabela 22. Najczęściej spotykane, a zarazem uciążliwe chwasty w pszenicach

Gatunek	Krótka charakterystyka
Bodziszek drobny (*Geranium pusillum*)	Gatunek groźny podczas masowego występowania w trakcie wschodów zbóż. Zimuje i kontynuuje rozwój wydając kolejne pokolenia. Preferuje wilgotne gleby próchniczne bogate w wapno
Bylica pospolita (*Artemisia vulgaris*)	Gatunek wieloletni, azotolubny, konkurencyjny ze względu na osiąganą wysokość (do 2,0 m). Częściej występuje na glebach żyznych
Chaber bławatek (*Centaurea cyanus*)	Gatunek zimujący w formie rozety. Dobrze rozwija się na wszystkich typach gleb, dorasta do 1 m wysokości. Tendencje do uodparniania się
Farbownik polny (d. krzywoszyj polny) (*Lycopsis arvensis*)	Gatunek silnie rozrastający się gniazdowo, niebezpieczny, silnie współzawodniczący. Groźniejszy na glebach lekkich, preferuje odczyn kwaśny
Fiołek polny (*Viola arvensis*)	Gatunek zimujący, charakteryzujący się masowymi wschodami. Niebezpieczny podczas równoczesnych wschodów ze zbożami
Fiołek trójbarwny (*Viola tricolor*)	j.w., ale rzadziej spotykany
Gorczyca polna (*Sinapis arvensis*)	Gatunek jary, wrażliwy na ujemną temperaturę. Groźny dla zbóż ozimych, konkurencyjny podczas długiej, ciepłej jesieni w trakcie współzawodniczenia do pierwszych przymrozków. Żywiciel kiły rzepaku
Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)	Gatunek zimujący, tworzący silne zadarnienie
Iglica pospolita (*Erodim cicutarium*)	Chwast zbóż jarych i ozimych, ostatnio coraz częściej spotykany
Komosa biała (*Chenopodium album*)	Gatunek jary, wrażliwy na ujemną temperaturę. Azotolubny. Konkurencyjny podczas długiej, ciepłej jesieni. Bardzo groźny podczas licznych wschodów wiosennych, może osiągnąć nawet 2 m wysokości
Mak polny (*Papaver rhoeas*)	Gatunek zimujący, bardzo pospolity na plantacjach zbóż ozimych
Maruna bezwonna (nadmorska) (*Matricaria inodora*)	Gatunek zimujący w formie rozety, szybko kontynuujący rozwój z momentem ruszenia wegetacji. Dorasta do 1 m wysokości
Miotła zbożowa (*Apera spica-venti*)	Gatunek jednoliścienny zimujący, bardzo konkurencyjny, tendencje do uodparniania się
Niezapominajka polna (*Myosotis arvensis*)	Gatunek zbóż ozimych i jarych. Bardziej groźny dla jarych, zwłaszcza podczas masowego występowania
Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*)	Gatunek wieloletni, trudny do zniszczenia, zwłaszcza na polach zaniedbanych, często występuje w tzw. ogniskach
Owies głuchy (*Avena fatua*)	Trawa bardzo konkurencyjna, charakterystyczna dla zbóż jarych

Tabela 22. Cd.

Perz właściwy (*Agropyron reopens*)	Wieloletni gatunek jednoliścienny, charakterystyczny dla stanowisk zaniedbanych
Przetaczniki (*Veronica* ssp.)	Groźne podczas masowych i równoczesnych wschodów ze zbożami
Przytulia czepna (*Galium aparine*)	Gatunek zimujący, azotolubny, ze względu na pokrój bardzo groźny, utrudniający także zbiór
Rdesty (*Polygonum* spp.)	Gatunki szczególnie konkurencyjne dla zbóż jarych
Rzepak ozimy (uprawny, samosiewy)	Groźne w uprawach jarych i ozimych. Egzemplarze ozime wschodzące wiosną, posiadają bardzo bujna masę (niezakwitają)
Rzodkiew świrzepa (*Raphanus raphanistrum*)	Cechy i podobny wygląd do gorczycy polnej
Stokłosy *(Bromus* spp.)	Stanowią coraz większe zagrożenie dla wszystkich zbóż
Stulicha psia (*Descuriana sophia*)	Gatunek częściej pojawiający się wiosną, ale także zimujący. Jest bardzo konkurencyjny. Posiada wysoki współczynnik plenności i szybko zachwaszcza pola
Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)	Gatunek zimujący, mało wymagający, niebezpieczny ze względu na masowe wschody, do których posiada tendencje. Żywiciel kiły rzepaku
Tobołki polne (*Thlaspi arvense*)	Cechy i podobny wygląd do tasznika pospolitego
Wyczyniec polny (*Aleopecurus myosuroides*)	Gatunek jednoliścienny zimujący, bardzo konkurencyjny, tendencje do uodparniania się
Życice *(Lolium* spp.)	Stanowią coraz większe zagrożenie dla zbóż jarych i ozimych

4.2. Chemiczne metody ochrony

Pszenica ozima

Zwalczanie chwastów w pszenicy ozimej należy rozpocząć jesienią. Częstą przyczyną zaniechania wykonania tego zabiegu jest obawa przed poniesionymi kosztami i kłopotami ze stanowiskiem pod rośliny następcze w przypadku wymarznięcia plantacji. Odmiany pszenic ozimych, zwłaszcza sianych zgodnie z rejonizacją, charakteryzują się znaczną odpornością na mrozy. Plantacje wymagające zaorania wiosną zdarzają się rzadko. Nawet, jeżeli zaistnieje taka konieczność uzyska-

ne stanowisko jest wolne od chwastów, na którym można zawsze posiać zboża jare i ograniczyć koszty na ochronę. Dlatego odchwaszczanie pszenicy można wykonać jesienią bez większego ryzyka. Pośrednią zaletą wykonania zabiegów w tym terminie jest właśnie zabezpieczenie, co najmniej częściowe przed wymarznięciem. W nieodchwaszczanej pszenicy ozimej po roztopach wczesną wiosną można zauważyć znaczną liczbę zaawansowanych w rozwoju, zahartowanych chwastów, pochodzących ze wschodów jesiennych. Duża ilość wody z roztopów i opadów wiosennych często stanowi przeszkodę i utrudnia wjazd w pole oraz wykonanie zabiegów w zalecanych terminach. Chwasty natomiast nieprzerwanie rosną, osiągając fazy coraz trudniejsze do zwalczenia. By uzyskać pożądany efekt niejednokrotnie należy wiosną stosować herbicydy w najwyższych zalecanych dawkach lub wybrać te bardziej skuteczne, ale za to droższe. Mimo tego nie zawsze jest gwarancja, że zniszczone zostaną wszystkie występujące gatunki. Zdarza się również, w skrajnych sytuacjach, że szybko rosnąca pszenica może osiągnąć tak zaawansowaną fazę, iż sama staje się barierą ograniczającą stosowanie wielu środków chwastobójczych.

Innym powodem rezygnacji z odchwaszczania jesiennego jest nadzieja uzyskania pełnego efektu chwastobójczego po wykonaniu tylko jednego zabiegu wiosennego. Bez względu na termin jego wykonania jest on możliwy na stanowiskach utrzymanych w bardzo wysokiej kulturze. W praktyce należy przyjąć, że wysokie plony dobrej jakości uzyskuje się po wykonaniu dwóch zabiegów, podstawowego jesienią i korekcyjnego wiosną. Po wykonaniu zabiegów jesienią, należy zwalczać chwasty pochodzące jedynie ze wschodów wiosennych. W tym czasie nie ma już problemu z wjazdem na pole i zniszczeniem ich w fazie wzrostu najbardziej wrażliwej na herbicydy. Rozsądna decyzja o rozpoczęciu zwalczania chwastów już jesienią pociąga za sobą kolejne decyzje. Jesienne zabiegi odchwaszczania można rozpocząć już bezpośrednio po siewie lub wykonać je nalistnie w różnych fazach rozwojowych pszenicy.

Brak chwastów podczas wykonywania zabiegu doglebowego utrudnia wybór odpowiedniego środka. Pomocna w takich przypadkach jest znajomość pola, informacja na temat przedplonu oraz wiedza na temat występujących gatunków chwastów. Wybór herbicydów do zabiegów nalistnych wymaga umiejętności rozpoznawania chwastów. W tym przypadku termin jesienny jest „trudniejszy" od wiosennego. Na ogół podjęcie decyzji przypada w terminie, gdy chwasty są bardzo młode, często w fazie siewki i tym samym są trudne do rozpoznania.

Bez względu na to czy zabieg jesienny wykonano czy też nie, wiosną konieczna jest bardzo wczesna lustracja pól. Podczas jej wykonywania należy określić skład gatunkowy oraz fazy rozwojowe chwastów. Analiza ta zadecyduje o wyborze herbicydu, wysokości dawki i terminie zabiegu. Należy wziąć pod uwagę, że chwasty, które wzeszły jesienią i przezimowały są wiosną zdecydowanie bardziej odporne na herbicydy niż chwasty znajdujące się w takich samych fazach rozwojowych,

których wschody nastąpiły wiosną. Do zniszczenia zahartowanych chwastów wymagane jest stosowanie mieszanin herbicydowych lub co najmniej użycie najwyższych z zalecanych dawek, co nie jest działaniem proekologicznym oraz znacznie podnosi koszty zabiegu. Zabiegi nalistne należy wykonywać zawsze na suche rośliny.

Dawki niektórych herbicydów podane są w zakresie „od–do". Wyższe dawki herbicydów doglebowych należy stosować na glebach ciężkich, natomiast preparatów nalistnych – na chwasty nieco przekraczające fazę wrażliwości, podczas niesprzyjających warunków klimatycznych (np. zbyt niska temperatura) oraz gdy na polu znajduje się znaczna liczba chwastów średnio wrażliwych.

Skuteczność zabiegów herbicydami produkowanymi w formie użytkowej WG można zwiększyć wykorzystując linie preparatów „SX". Technologia ta pozwala uzyskać bardzo dobrze rozpuszczalne i jednorodne granule, co jest niezwykle istotne dla produktów dwu- i wielo składnikowych.

Wybór herbicydów oraz możliwość stosowania różnych mieszanin pozwala na ograniczanie każdego typu zachwaszczenia. Pozostaje tylko odpowiednio je dobrać by uzyskać jak najlepszy efekt chwastobójczy.

Pszenica jara

Zakres herbicydów zalecanych do odchwaszczania pszenicy jarej i ozimej jest bardzo zbliżony. Analizując możliwości odchwaszczania pszenicy jarej łatwo stwierdzić, że obejmują one wycinek zaleceń dotyczący zwalczania chwastów w pszenicy ozimej. Stąd też niszczenie chwastów w tej uprawie nie powinno nastręczać większych trudności. W zbożach ozimych jednym z podstawowych chwastów jest miotła zbożowa, która w zbożach jarych występuje sporadycznie i nie stanowi żadnego problemu. Do zwalczania miotły zbożowej służy kilkadziesiąt herbicydów opartych na kilkunastu substancjach czynnych. Przede wszystkim o te herbicydy jest pomniejszony program ochrony pszenicy jarej. Pozostałe środki chwastobójcze są stosowane bardzo często w takich samych lub nieco obniżonych dawkach. W pszenicy jarej zakres stosowania herbicydów obejmuje krótszy termin i praktycznie ogranicza się do zaleceń wiosennych dla zbóż ozimych. Nalistna ochrona pszenicy jarej przed chwastami poprzedzona zabiegami doglebowymi obejmuje zabiegi od fazy 1 liści (BBCH 11) do fazy w pełni rozwiniętego liścia flagowego (BBCH 39).

Moment rozpoczęcia zabiegów nalistnych dla wszystkich herbicydów jest bardzo zbliżony. Według danych zamieszczonych w etykietach stosowania dla większości kombinacji herbicydowych zaleca się wykonywać zabiegi od 3 liści lub od momentu rozpoczęcia krzewienia, co praktycznie oznacza ten sam termin. Tylko pojedyncze terminy są zalecane we wcześniejszych lub późniejszych fazach rozwojowych pszenicy. Podczas optymalnych warunków klimatycznych, rozwój zbóż

jest bardzo szybki i w praktyce wszystkie zabiegi mogą być wykonane w 2–3 tygodniach.

Zapobieganie wyleganiu

Ograniczenie wylegania jest możliwe dzięki stosowaniu retardantów. Mechanizm działania tych środków polega na hamowaniu elongacyjnego wzrostu źdźbeł przy jednoczesnym przyroście ścian źdźbeł na grubość (Kulczycki i wsp. 2006; Matysiak 2006). Wpływ na te dwa elementy pozwala zapobiec niekorzystnemu zjawisku wylegania.

CCC to popularny skrót określający chlorek chloromekwatu (dawniej: chlorek chlorocholiny). Chlorek chloromekwatu wnika do roślin przede wszystkim przez liście i w małym stopniu jest pobierany przez korzenie. Następnie jest przemieszczany do stożków wzrostu, w których blokuje biosyntezę giberelin, czyli w końcowym efekcie hamuje wzrost i zapobiega wyleganiu. Podobnie działają pozostałe gibereliny, takie jak: chlorek mepikwatu, trineksapak etylu i proheksadion wapnia. Etefon pobierany jest przez liście. Mechanizm działania tego związku oparty jest na uwalnianiu z preparatu etylenu, który z kolei blokuje działanie innych substancji wzrostowych – auksyn, co także w efekcie prowadzi do skrócenia długości źdźbła. Wykorzystując cechy różnych substancji czynnych w praktyce również zaleca się ich fabryczne i zbiornikowe mieszanie. Podstawowymi czynnikami mającymi wpływ na skracanie i usztywnianie źdźbeł ma wysokość dawki i termin stosowania regulatorów wzrostu. Zróżnicowane dawki preparatów zawierających CCC uwzględniają wykonywanie zabiegów w odmianach pszenicy ozimej, mniej i bardziej podatnych na wyleganie. Możliwość tą warto wykorzystać ze względów ekonomicznych i ekologicznych.

W praktyce rolnicy bez względu na zalecenia dość często stosują dawki dzielone jako sprawdzone i skuteczne. Zgodnie z rejestracją większość preparatów można tak aplikować. Są to użytkowe formy oparte na CCC oraz trinakspaku etylu. Pierwszy zabieg regulatorami wzrostu zawierającymi CCC należy wykonać w zalecanym terminie, a drugi 5–8 dni później. Wysokość dawki do pierwszego zabiegu wynosi na ogół 1/3 lub 2/3 całkowitej dawki zalecanej. Pierwsza dawka jest uzależniona od warunków klimatycznych. Jeżeli jest ciepło i wilgotno, czyli pogoda jest sprzyjająca szybkiemu wzrostowi należy zastosować, jako pierwszą, większą cześć dawki oraz odwrotnie: podczas warunków niesprzyjających wzrostowi zabieg dzielony należy rozpocząć niższą, a zakończyć wyższą dawką.

W pszenicy chlorek chlormekwatu jest zalecany od początku strzelania w źdźbło do fazy pierwszego kolanka. Etefon sam oraz w mieszaninie z chlorkiem chlormekwatu zaleca się później od fazy pierwszego, drugiego kolanka do początku pokazania się liścia flagowego. Najszerszy zakres posiada trineksapak etylu, który jest zalecany od pełni krzewienia do fazy całkowicie rozwiniętego liścia flagowego.

Na prawidłowy przebieg procesu skracania ma wpływ także temperatura. Wszystkie środki zalecane do skracania źdźbła (chlorek chlormekwatu, etefon i trineksapak etylu) powinny być stosowane podczas temperatury nie niższej niż 10°C. Taka temperatura po zabiegu powinna się utrzymywać chociaż przez kilka godzin dziennie na przestrzeni około tygodnia.

Zastosowanie retardantów nie zawsze daje pełną gwarancję zabezpieczenia plantacji przed wylegnięciem, ale co najmniej w każdym przypadku ten niekorzystny proces zostaje opóźniony. Powoduje to chociażby częściową ochronę przed stratami ilościowymi i jakościowymi ziarna pszenicy. Retardanty, poza działaniem plonochronnym, oddziałują pośrednio plonotwórczo.

Glifosat w zwalczaniu chwastów pszenicy

Przed zbiorem pszenicy ozimej i jarej w celu zwalczenia perzu i innych chwastów oraz ułatwienia zbioru (desykacji) można zastosować glifosat. Herbicydy o identycznym działaniu posiadające w składzie glifosat mogą różnić się ilością substancji czynnej i formą użytkową. Należy je stosować w fazie dojrzałości woskowej ziarna, gdy jego wilgotność wynosi 20–30%. W praktyce przypada to na 10–14 dni przed przewidywanym zbiorem. Chwasty w momencie przeprowadzania zabiegu powinny być zielone i znajdować się w fazie intensywnego rozwoju. Zalecane dawki najczęściej używanej formy (360 SL) wynoszą 3–4 l/ha. Dawka niższa jest zalecana przy wydajności opryskiwacza wynoszącej 100–150 l cieczy roboczej; dawkę wyższą stosuje się przy wydajności 200–300 l/ha cieczy roboczej. Niektóre z wymienionych herbicydów można również stosować łącznie z siarczanem amonowym – 5 kg/ha. Szczegółowe zalecenia należy sprawdzić w etykiecie stosowania.

Omówionych zabiegów nie można stosować na plantacjach nasiennych, a słomy nie należy używać jako podłoża ogrodniczego. Natomiast ziarno można w pełni wykorzystać jako materiał do konsumpcji dla ludzi lub jako paszę dla zwierząt. Słomę również można używać jako paszę lub ściółkę dla zwierząt.

Kompensacja chwastów

Podczas wieloletnich zabiegów chemicznego zwalczania chwastów może dojść do dwóch niepożądanych zjawisk: kompensacji chwastów i uodparniania się chwastów (rozdział 7).

Kompensacja chwastów jest zjawiskiem polegającym na masowym występowaniu na określonym areale jednego gatunku chwastu. Ten typ zachwaszczenia jest bardzo niekorzystny dla rośliny uprawnej. Wykazano doświadczalnie, że taka sama liczba różnych gatunków chwastów jest mniej konkurencyjna niż identyczna liczba takiego samego gatunku. Szkodliwość masowego występowania jednego gatunku polega głównie na jednostronnym, wybiórczym pobieraniu substancji pokarmowych.

W tabeli 23 zestawiono stosowane w pszenicy i zarejestrowane w kraju substancje czynne, z podziałem na siedem podstawowych grup określających mechanizmy działania. Zjawisku kompensacji chwastów należy przeciwdziałać przede wszystkim wprowadzając rotację, czyli „zmianowanie" herbicydów. Oprócz zmiany substancji czynnej warto zwrócić uwagę czy inny możliwy do zastosowania herbicyd posiada odmienny mechanizm działania. Nie jest ważne, jaki to mechanizm działania – ważne, że inny. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie zarejestrowanych mieszanin herbicydowych. Jeśli istnieje możliwość wyboru zawsze lepiej jest zastosować taką mieszaninę, której poszczególne komponenty w różny sposób działają destrukcyjnie na chwasty. Jeżeli w gospodarstwie doszło już do kompensacji, to rozwiązanie problemu należy niestety łączyć z większymi kosztami. Wymagane jest stosowanie herbicydów w najwyższych zalecanych dawkach i jeśli to możliwe łącznie z adiuwantami. Zalecane jest stosowanie wspomnianych mieszanin oraz herbicydów z zasady drogich – przeznaczonych do zwalczania specyficznego zachwaszczenia. Można i należy wykorzystywać metody dawek dzielonych, co w niektórych sytuacjach podnosi koszty ze względu na zwiększoną liczbę zabiegów. Z zaleceń agrotechnicznych konieczne jest ustalenie prawidłowego następstwa gatunków.

Tabela 23. Praktyczna klasyfikacja mechanizmów działania niektórych substancji czynnych środków chwastobójczych stosowanych w uprawie pszenicy

Regulatory wzrostu
2,4-D, chlopyralid, dikamba, fluroksypyr, halauksyfen, MCPA, mekoprop-p
Inhibitory syntezy aminokwasów
amidosulfuron, chlorosulfuron, florasulam, flupyrsalfuron metylowy, jodosulfuron metylosodowy, nietsulfuron, mezosulfuron metylowy, penoksulam, propoksykarbazon sodowy, sulfosulfuron, tifensulfuron, triasulfuron, tribenuron metylowy, triflusulfuron, tritosulfuron
Inhibitory syntezy lipidów
fenoksaprop-P-etylu, pinoksaden
Inhibitory wzrostu merystemów
diflufenikan, flufenacet, pendimetalina, pikolinafen
Inhibitory fotosyntezy
bentazon, chlorotoluron, metrybuzyna
Inhibitory syntezy pigmentów
fluorochloridon, flurtamon
Destruktory błon komórkowych
bifenoks, karfentrazon etylowy

Wpływ temperatury na skuteczność zabiegów chwastobójczych w pszenicy

Efekt każdego zabiegu ochroniarskiego jest uzależniony od szeregu czynników zewnętrznych. Jednym z najważniejszych jest temperatura. Wywiera ona wpływ zarówno na samą ciecz użytkową, jak i na rośliny – inny na chronione oraz zwalczane. Zbyt niska temperatura wody użytej do zabiegu może spowodować słabe rozpuszczenie się i nierównomierne rozproszenie w niej substancji czynnej stosowanego herbicydu. Zbyt wysoka temperatura podczas zabiegu może spowodować nagłe odparowanie, zwłaszcza bardziej lotnych substancji czynnych i zmniejszyć skuteczność zabiegu.

Reakcja roślin również jest zmienna. W niższej temperaturze wszystkie czynności życiowe roślin przebiegają wolniej. Zastosowany dolistnie herbicyd powoli wnika do chwastów, po wniknięciu tempo jego rozprzestrzeniania się jest również wolne. Preparat staje się mniej skuteczny, jego początkowe działanie jest słabe. Chwasty zamiast ginąć, wolno rosną, stają się coraz silniejsze, ich kondycja wzrasta i ostatecznie nie ulegają fitotoksycznemu działaniu zastosowanego herbicydu. Działanie herbicydów zastosowanych w zbyt wysokich temperaturach absolutnie nie obniża skuteczności chwastobójczej, jednak może spowodować fitotoksyczne działanie w stosunku do zbóż. Zabiegi wykonywane podczas wysokiej temperatury oraz silnej operacji słońca jeszcze bardziej narażają rośliny zbożowe. Zagadnienie temperatury dotyczy głównie zbóż ozimych. Są siane stosunkowo późno i niejednokrotnie osiągnięta faza ich wzrostu przypada na okres panowania zbyt niskich temperatur, w których działanie wielu herbicydów jest ograniczone. Jednak więcej problemów sprawia wiosna. Często, gdy powinny być wykonane pierwsze zabiegi jest jeszcze za zimno, a zalecane w terminie późnowiosennym lub wczesnym latem zabiegi, niejednokrotnie przypadają na okres panowania wysokich temperatur.

Szczegółowe dane zestawiono w tabeli 24. Substancją najbardziej przystosowaną do niskich temperatur jest chlorotoluron. Zabieg herbicydem z tą substancją czynną można wykonać pod warunkiem, że na polu nie ma pokrywy śnieżnej, a temperatura nie jest niższa niż –3°C. W granicach 0°C można stosować fluorochloridon i pendimetalinę, preparaty przeznaczone tylko do zabiegów jesiennych. Do herbicydów działających w niskich temperaturach należy także zaliczyć tribenuron metylu oraz specyficzny graminicyd – pinoksaden. Inne sulfonylomoczniki działają na ogół w zakresie około 5–8°C. Preparaty z tej grupy najczęściej są zalecane w przedziale dawek „od–do". Stosowane w temperaturach minimalnych wymagają użycia najwyższych z zalecanych dawek. Odrębną grupę stanowią fenoksykwasy (2,4-D, MCPA, dichloroprop-p i mekoprop-p), którym często towarzyszy dikamba. Warunkiem uzyskania dobrego efektu chwastobójczego tych substancji czynnych jest wykonanie zabiegu podczas temperatury wynoszącej

8–12°C. Od chwili zastosowania preparatu temperatura na takim poziomie powinna utrzymywać się przez około 6–7 dni, chociażby przez kilka godzin dziennie. Pozwala to na wniknięcie i krążenie substancji czynnych w roślinie, co ostatecznie powoduje ich zniszczenie.

We wszystkich przypadkach, jeśli pozwalają na to fazy rozwojowe chwastów, zdecydowanie lepiej jest stosować preparaty w temperaturach optymalnych. Uzyskuje się wtedy pełną skuteczność i to nie koniecznie stosując dawki najwyższe. Temperatury maksymalne są zdecydowanie związane z bezpieczeństwem rośliny uprawnej. W takich warunkach należy unikać zabiegów zwłaszcza podczas silnej operacji słońca. Również takich zabiegów lepiej nie wykonywać, gdy temperatura osiąga wartość graniczną; trzeba zawsze brać pod uwagę niedoskonałość termometru, pomyłki odczytu i dlatego lepiej zachować pewną tolerancję. Podczas zabiegów odchwaszczania w niskich temperaturach należy stosować na ogół dawki najwyższe z zalecanych, czyli najdroższe – jeśli nie jest to konieczne nie ma sensu spieszyć się z zabiegiem. Do praktycznych zaleceń należy mierzenie temperatury w miejscu zabiegu, a więc na polu bezpośrednio nad glebą przed wykonywaniem zabiegów doglebowych lub nad łanem zbóż tuż przed opryskami nalistnymi. Błędem jest odczytywanie danych z termometrów umieszczonych na budynku mieszkalnym czy na zabudowaniach gospodarczych.

Tabela 24. Wykaz zalecanej temperatury podczas zabiegu podstawowymi herbicydami zbożowymi

Substancja czynna	Temperatura powietrza [°C]		
	minimalna	optymalna	maksymalna
Chlorotoluron	–3	0–15	20
Fluorochloridon	0	>0	25
Pendimetalina	0	5–15	25
Glifosat	0	>15	28
Pinoksaden	1–2	>4	20
Tribenuron	2–4	7–25	25
Chlopyralid	3–6	10–12	23
Florasulam	4–5	10–25	25
Amidosulfuron	5–6	12–15	20
Jodosulfuron	6–10	11–15	20
Karfentrazon	7	10–20	20
Fluoroksypyr	7–8	15–20	22

Tabela 24. Wykaz zalecanej temperatury podczas zabiegu podstawowymi herbicydami zbożowymi

Chlorosulfuron	8	10	15
Propoksykarbazon	8	15–20	20
Dikamba	8	15–20	22
2,4-D	8–12	15–20	25
MCPA	8–12	20	25
Dichloroprop-p	10	15–20	25
Fenoksaprop-P-etylu	10	15–22	28
Sulfosulfuron	10–12	15–25	25

W przypadku stosowania gotowych dwu- lub trzyskładnikowych fabrycznych mieszanin zakresy temperatur należy sprawdzić w etykietach. Są one uzależnione od komponentów preparatu. Na ogół mechanizm działania zbliżony jest do komponentu o możliwości działania w najniższej temperaturze.

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin zawarte są w art. 14 dyrektywy 2009/128/WE oraz w załączniku III do tej dyrektywy. Przepisy te obejmują też zasady właściwego stosowania środków ochrony roślin.

Integrowana ochrona pszenicy przed agrofagami wymaga przy stosowaniu środków ochrony roślin zasad dobrej praktyki ochrony roślin. W programach integrowanej ochrony ważne miejsce zajmuje ochrona pszenicy przed chorobami. Stosuje się w niej w pierwszej kolejności wszystkie dostępne niechemiczne metody zwalczania: agrotechniczną i hodowlaną, a w drugiej kolejności zabiegi chemiczne, w celu ograniczenia do niezbędnego minimum patogenów zagrażających pszenicy (Häni i wsp. 1998). Środki chemiczne mogą być wykorzystane dopiero wówczas, kiedy zastosowanie pozostałych niechemicznych metod nie pozwoliło na utrzymanie nasilenia chorób na poziomie poniżej progów szkodliwości. Sprawcy chorób w sprzyjających dla siebie warunkach agrometeorologicznych mogą powodować poważne straty ilościowe oraz jakościowe plonu ziarna i z tego powodu wymagają ograniczania.

5.1. Najważniejsze choroby

Przystępując do zwalczania lub ograniczania grzybów chorobotwórczych uwzględnia się wiele czynników, które zapewnić mogą wysoką skuteczność podejmowanego zadania. Dzięki wykorzystaniu wszechstronnej wiedzy obejmującej znajomość biologii czynników powodujących choroby, objawów przez nie powodowanych oraz ich znaczenia gospodarczego można ustalić potencjalną szkodliwość np. grzybów chorobotwórczych występujących w czasie wegetacji (Kryczyński i Weber i 2011).

W zależności od sprawcy choroby rozpatruje się różne sposoby likwidacji zagrożenia. Jeżeli sprawcą choroby są grzyby związane z ziarnem, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony pszenicy do siewu należy stosować zdrowy, kwalifikowany materiał siewny. Jednak w praktyce nie jest to takie proste. Nawet, gdy producent otrzyma kwalifikowany materiał siewny to nie może mieć pewności, że na jego powierzchni lub w okrywie owocowo-nasiennej lub w okolicach zarodka nie ma zarodników czy grzybni grzybów powodujących choroby pszenicy. Mogą to być grzyby przenoszone z materiałem siewnym i powodujące takie choroby, jak: śnieć cuchnąca, śnieć gładka, śnieć karłowa, głownia pyląca, fuzariozy, septorioza siewek itp. Otrzymując materiał siewny rolnicy nie dysponują dokładną informacją, jakie grzyby znajdują się na zakupionym ziarnie, dlatego w integrowanej ochronie można bezpiecznie stosować chemiczne zaprawianie używanego do siewu ziarna pszenicy.

Do zaprawiania używa się relatywnie małą (w porównaniu do ilości substancji czynnych przy stosowaniu fungicydów do oprysków w czasie wegetacji), wręcz ekologiczną, ilość środka chemicznego. Dzięki niewielkiej ilość s.cz., która buduje zaprawę, można rozwiązać problem związany z obecnością wielu chorób o znaczeniu gospodarczym, których w inny sposób nie można zwalczyć. W przypadku chorób podstawy źdźbła, liści czy kłosa znaczenie ma kompleksowe podejście do ochrony, zmierzające do tego, aby przez cały okres wegetacji uchronić te ważne organy rośliny przed porażeniem. Jest to możliwe wtedy, gdy dysponuje się wiedzą nie tylko o tym, które choroby występujące w pszenicy ozimej i jarej są ważne (tab. 25),

Tabela 25. Znaczenie gospodarcze chorób pszenicy w Polsce

Choroby	Pszenica ozima	Pszenica jara
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	++	+
Czerń zbóż (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epiccocum* spp., *Ascochyta* spp.)	+	+
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	+++	++
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	+	+
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*Fusarium* spp.)	+++	+
Głownia pyląca pszenicy (*Ustilago tritici*)	+	+
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	+++	–
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	+++	+++
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratorhiza cerealis*, *Rhizoctonia solani*)	+	–
Pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*)	++	–
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	++	++
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	–	–
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	++	++
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	+++	++
Septorioza plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*)	++	+
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	+	+
Śnieć cuchnąca pszenicy (*Tilletia caries*)	++	+
Śnieć karłowa pszenicy (*Tilletia controversa*)	+	–
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	++	–
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	++	+

„+" - choroba o znaczeniu lokalnym, „++" - choroba ważna, „+++" - choroba bardzo ważna, „-" - choroba nie ma znaczenia

ale znaczenie ma też znajomość warunków atmosferycznych sprzyjających rozwojowi poszczególnych gatunków grzybów (Fiedorow i wsp. 2004; Agrios 2005). Jeżeli wiemy, w jakiej temperaturze oraz wilgotności rozwija się grzyb chorobotwórczy i czy do swojego rozwoju wymaga nasłonecznienia czy nie, to z dużym prawdopodobieństwem można przewidzieć jego obecność. W tabeli 26 podane zostały warunki, w których mogą rozwijać się główne grzyby powodujące choroby pszenicy (Korbas i wsp. 2008). Sprawcy chorób najczęściej do swojego rozwoju wymagają wysokiej wilgotności powietrza (szczególnie łamliwość źdźbła zbóż, septorioza paskowana liści, rdza brunatna pszenicy, fuzarioza kłosów). Gdy jest ciepło i słonecznie intensywnie zarodnikuje natomiast sprawca mączniaka prawdziwego zbóż i traw. W okresach suchych o wysokich temperaturach pszenicę jarą i ozimą mogą również porażać niektóre patotypy rdzy żółtej powodowanej przez *Puccinia striiformis*, jak: Wariorr i Cranich oraz *Triticale agressiva*. W integrowanej ochronie pszenicy trzeba o tym wiedzieć i monitorować plantacje tego gatunku nawet wtedy, gdy wydaje się, że grzyby chorobotwórcze nie porażają pszenicy, bo panują dla ich rozwoju niekorzystne warunki – od każdej reguły są bowiem wyjatki.

Większość grzybów porażających pszenicę wymaga jednak wysokiej wilgotności do swojego wzrostu, dlatego w czasie dłuższych okresów z opadami deszczu, gwałtownie się rozwijają i powodują epidemiczne występowanie chorób. Patogeny powodujące choroby pszenicy mogą rozwijać się w bardzo szerokim zakresie temperatur, ale jest to uzależnione od gatunku grzyba lub jego patotypu.

Ogólna wiedza fitopatologiczna uwzględniająca wiadomości z zakresu etiologii (wiedza o przyczynie chorób) obejmującej grzyby chorobotwórcze występujące w pszenicy, a także rozwoju infekcyjnego procesu chorobowego i objawów chorób jest potrzebna w integrowanej ochronie roślin pszenicy, aby mieć możliwość zastosowania różnych metod ochrony tego gatunku przed patogenami (Kryczyński i Weber 2010).

Tabela 26. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców

Choroba	**Źródła infekcji**	**Sprzyjające warunki dla rozwoju**	
		temperatura [°C]	**wilgotność gleby i powietrza**
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	porażone ziarno, resztki pożniwne	18–28	zwilżenie liści, aby doszło do zakażenia
Czerń zbóż (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epiccocum* spp., *Ascochyta* spp.)	resztki pożniwne, zarodniki konidialne przenoszone z deszczem i wiatrem	15–25	wysoka wilgotność względna powietrza
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	resztki pożniwne, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	15–25	ciepło, wysoka wilgotność względna powietrza

Tabela 26. Cd.

Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	resztki pożniwne, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	0–20	wysoka wilgotność względna powietrza
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.)	resztki pożniwne, porażone ziarniaki, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	5–25	wysoka wilgotność względna powietrza i gleby lub gleba przesuszona
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	resztki pożniwne, zarodniki konidialne, askospory	5–15	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	zarodniki konidialne, askospory	5–30	50-100% wilgotności względnej powietrza
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratorhiza cerealis*, *Rhizoctonia solani*)	sklerocja w glebie, resztki pożniwne	15–25	ciepło, sucho, brak wilgoci w glebie
Pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*)	gleba, resztki pożniwne	0–5	wilgotno, gleba niezamarznięta
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	samosiewy, zarodniki w powietrzu	15–18	okresowy dobowy wzrost wilgotności powietrza
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	samosiewy, ecjospspory powstające na żywicielu pośrednim (berberys zwyczajny i mahonia)	ok. 20	wysoka wilgotność względna powietrza
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	urediniospory samosiewów zbóż i ozimin	10–15, nowe patotypy 10–28	wysoka wilgotność, nowe patotypy sucho ciepło
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	samosiewy, resztki pożniwne	4–18	opady deszczu, wysoka wilgotność
Septorioza plew (liście, kłosy) (*Phaeosphaeria nodorum*)	samosiewy, zarodniki w powietrzu	10–20	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	sklerocja w glebie lub w materiale siewnym,	18–25	sucho i ciepło
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	resztki pożniwne	12–20	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	gleba, materiał siewy	umiarkowana	wysoka

Korbas i wsp. (2015a, 2016); Kryczyński i Weber (2011)

Właściwe rozpoznanie sprawcy choroby daje możliwość podjęcia decyzji o zastosowaniu zabiegu środkiem ochrony roślin (Kochman i Węgorek 1997; Fiedorow i wsp. 2004; Agrios 2005; Korbas 2007a). Zmiany chorobowe i obecność struktur grzybów są głównymi cechami diagnostycznymi najważniejszych chorób pszenicy na liściach, podstawie źdźbła i kłosach, ułatwiające określenie sprawcy – zamieszczone zostały w tabelach 27 i 28. W następnych latach w takiej sytuacji można w większym zakresie wykorzystać do ograniczania zagrożenia ze strony grzybów chorobotwórczych metodę hodowlaną i agrotechniczną.

Tabela 27. Cechy diagnostyczne chorób pszenicy

Choroba (sprawca choroby)	**Cechy diagnostyczne**	**Możliwość pomylenia objawów**
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	Wiosną na dolnych liściach pojawiają się małe owalne plamy barwy żółtej z brunatnym punktem w centrum. Plamy te otoczone są wyraźną chlorotyczną obwódką. Choroba może też objawiać się w postaci brunatnych plam otoczonych chlorotyczną obwódką. Objawy nasilają się w czasie, gdy w sezonie wegetacyjnym notuje się liczne opady i wysoką wilgotność powietrza. Na starszych liściach opisywane plamy łączą się ze sobą, a liście żółkną i brunatnieją. Porażone liście zasychają (fot. 1)	septorioza plew na liściach, plamy i chlorozy spowodowane niedoborem lub nadmiarem mikroskładników lub makroskładników
Czerń zbóż (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epiccocum* spp., *Ascochyta* spp.)	Na dojrzałych kłosach przed żniwami pojawia się charakterystyczny czarny nalot przypominający sadzę, który pokrywa kłos częściowo lub całkowicie. Opanowane kłosy przez grzyby powodujące chorobę powodują zmianę barwy kłosów na szarobrunatną (poczernienie kłosów) (fot. 2)	silne porażenie kłosów przez septoriozę plew
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	Zmiany chorobowe obserwuje się na kłosach i ziarnie. Żółte, częściowe lub całkowite przebarwienie kłosków, początkowo pojedynczych, następnie większej ilości, wskazuje na porażenie przez sprawców choroby. Przy wysokiej wilgotności porażone kłosy pokrywają się białym lub różowym watowatym nalotem grzybni. Na kłosach mogą pojawić się skupiska zarodników o barwie pomarańczowej. Ziarno porażone przez niektóre grzyby z rodzaju *Fusarium* jest zniekształcone, pomarszczone i często ma barwę różową, może też zawierać silnie trujące metabolity (mikotoksyny) (fot. 3)	białokłosowatość spowodowana przez kompleks chorób podsuszkowych, rdza żółta – objawy początkowe

Tabela 27. Cd.

Fuzarioza liści zbóż (*Fusarium* spp.)	Pierwsze objawy choroby mogą być widoczne już jesienią. Początkowo są to zielonoszare, a następnie żółte plamy na blaszkach liściowych.W miarę rozwoju grzyba plamy te brunatnieją, co związane jest z zamieraniem porażonej części liścia, na której może być obecna grzybnia sprawcy	askochytoza liści, plamy oparzeniowe po nawozach azotowych
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*Fusarium* spp.)	Porażeniu przez grzyb ulegają korzenie i podstawa źdźbła. Pierwsze symptomy choroby widoczne są już jesienią. Pochwy liściowe zmieniają barwę z zielonej na brązową. Początkowo mogą to być brunatne lub brązowe smugi, kreski oraz plamy nieregularnego kształtu. Niekiedy można obserwować zbrązowienie całej podstawy źdźbła i korzeni. Końcowym etapem fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni jest całkowite, przedwczesne zamieranie porażonych pędów i tak zwane bielenie kłosów (fot. 4)	zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła zbóż
Głownia pyląca pszenicy (*Ustilago tritici*)	Kłosy roślin porażonych z objawami chorób ukazują się nieco wcześniej niż kłosy roślin zdrowych. Ciemnobrunatne skupienia zarodników głowni, pokrywające w całości kłos mają początkowo delikatną, szarobiałą osłonkę, która wkrótce ulega zniszczeniu, a masa zarodników rozpyla się pod wpływem wiatru i pozostają tylko kłosy z osadkami kłosków (fot. 5)	-
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	Objawy można zauważyć już jesienią lub wczesną wiosną. Początkowo są one trudne do rozpoznania. Są to niewielkie, nieco wydłużone, brązowe plamy występujące na powierzchni pochew liściowych. W centralnej części plam tworzą się czarne „łatki". Przy silnym porażeniu murszeje cała podstawa źdźbła. W miejscu porażenia źdźbło jest kruche i łatwo się łamie. Silnie porażone źdźbła mają zbielałe, płone kłosy i urywają się łatwo przy wyciąganiu ich z ziemi. Sprawcy choroby nie porażają korzeni (fot. 6)	ostra plamistość oczkowa, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła

Tabela 27. Cechy diagnostyczne chorób pszenicy - cd.

Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	Pierwsze objawy choroby na zbożach ozimych można obserwować już jesienią. Na liściach, pochwach liściowych, a w późniejszym okresie na zielonych źdźbłach pojawiają się skupienia białego nalotu złożonego z grzybni, trzonków i zarodników konidialnych (oidiów) sprawcy choroby. Na starszym, zbitym nalocie powstają ciemnobrunatne otocznie zamknięte, wyglądające jak czarne punkty (klejstotecja). Silnie porażone liście oraz pochwy liściowe żółkną i przedwcześnie obumierają (fot. 7)	poparzenia przez nawozy w roztworach lub inne
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratorhiza cerealis*, *Rhizoctonia solani*)	Początkowo pojawiają się na pochwach liściowych plamy o ciemnej obwódce i o bardzo wyraźnych granicach. Plamy te są powierzchniowe i mają spiczaste zakończenia. Środek plam jest jasny, a na tych plamach znajduje się często nalot beżowej grzybni oraz małe brązowe struktury przetrwalnikowe grzyba – sklerocja. Wyraźne, ostro zakończone plamy występują na podstawie źdźbła. Porażeniu przez grzyb mogą ulegać również korzenie	łamliwość źdźbła zbóż
Pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*)	Wiosną, po stajaniu śniegu rozwija się białoróżowy nalot złożony z grzybni i zarodników konidialnych *M. nivale.* Objawy te mogą występować placowo. Wkrótce nalot ten znika, lecz na porażonych liściach są dobrze widoczne brązowe plamy mające często różowawy odcień. Jeżeli został zniszczony węzeł krzewienia, rośliny łatwo dają się wyciągnąć z ziemi. Na zamarłej tkance roślinnej mogą pojawiać się otocznie grzyba, widoczne jako brunatne punkty (fot. 8)	fuzaryjna zgorzel siewek, pałecznica zbóż i traw
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	Objawy porażenia można obserwować we wszystkich fazach rozwoju roślin. Uredinia, czyli skupienia urediniospor (zarodników propagacyjnych) rozwijają się głównie na liściach pod skórką, pojawienie się chlorotycznych plam często poprzedza obecność uredinii, które początkowo są lekko wzniesione, poduszeczkowate, owalne lub prawie okrągłe, koloru jasnobrązowego. Pod koniec wegetacji widoczne są czarne skupienia teliospor (zarodniki jesienne). Wcześnie i silnie porażone przez rdzę brunatną liście mogą częściowo lub całkowicie zasychać (fot. 9)	rdza żółta, brunatna plamistość liści

Tabela 27. Cd.

Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	Rdza źdźbłowa poraża przede wszystkim źdźbła i pochwy liściowe zbóż. Skupienia zarodników tej rdzy rozwijają się początkowo pod skórką. Następnie skórka pęka, a jej postrzępione brzegi są dobrze widoczne na brzegach dojrzałych, ciemnoceglastych urediniów. W nieco późniejszym okresie obserwuje się w miejscach porażenia powstawanie czarnych skupień zarodników jesiennych (teliospor)	rdza brunatna
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	Objawy rdzy żółtej zbóż i traw na liściach są bardzo charakterystyczne i najlepiej jest obserwować je w maju lub w czerwcu. Uredinia powstają pod skórką i są ułożone liniowo, między nerwami. Mają one kolor żółty, wydłużony kształt i są lekko wzniesione. Rzędy urediniów tworzą żółte paski o długości kilku mm. Na kłosach objawy choroby widoczne są w postaci bielenia pojedynczych plew, żółte, pomarańczowe, brunatne brodawki na plewach i ościach. Skupienia pomarańczowych zarodników po wewnętrznej stronie plew z objawami bielenia (fot. 10)	rdza brunatna, septorioza paskowana liści
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	Początkowo jesienią i wczesną wiosną obserwuje się owalne szarozielone plamy, które szybko żółkną, a na powierzchni plam pojawiają się piknidia (owocniki grzyba). Są one ułożone wzdłuż nerwów liści. Plamy na liściach starszych w późniejszych fazach wzrostu są wydłużone, ograniczone nerwami, między którymi rozwijają się piknidia w postaci czarnych punktów. Plamy w tym czasie mogą mieć kształt nieregularnych prostokątów, a przy silnym porażeniu blaszki liściowej nekroza może obejmować znaczną jej część. Wcześnie i silnie porażone liście mogą zamierać (fot. 11)	rdza żółta, septorioza plew na liściach

Tabela 27. Cechy diagnostyczne chorób pszenicy - cd.

Septorioza plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*)	Plamy na liściach mają początkowo żółtozieloną barwę, a następnie brązowieją i przybierają kształt zbliżony do soczewkowatego. Młode plamy mają często chlorotyczną obwódkę. Starsze plamy są przeważnie jasnobrązowe, zlewają się i mogą obejmować także pochwy liściowe. Silnie porażone liście występują u nas dopiero w czerwcu, lipcu. Na powierzchni plam mogą pojawiać się słabo widoczne piknidia (rozrzucone nieregularnie na plamie), z których w czasie wilgotnej pogody wydostaje się różowa, śluzowata wydzielina, zawierająca zarodniki konidialne. Wcześnie i silnie porażone liście mogą zamierać. Plamy na plewach zielonych kłosów są fioletowobrązowe, często tworzą się od szczytu plew ku dołowi. W obumarłej tkance liści i plew podczas wilgotnej pogody tworzą się brunatnoczarne piknidia, z których w czasie wilgotnej pogody wydostaje się różowa, śluzowata wydzielina zawierająca zarodniki konidialne (fot. 12)	Septorioza paskowana liści, rdza żółta
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	W czasie kwitnienia zbóż pojawiają się na kłosach kropelki żółtawej rosy miodowej. Wkrótce potem w poszczególnych kłoskach rozwijają się zamiast ziarna sklerocja sporyszu. Są to wydłużone rożki, wygięte i twarde, a jednocześnie łamliwe o barwie purpurowoczerwonej. Sklerocja sporyszu zawierają metabolity o toksycznych właściwościach	–
Śnieć cuchnąca pszenicy (*Tilletia caries*)	Rośliny pszenicy porażone przez sprawcę śnieci cuchnącej można rozpoznać w polu w okresie dojrzewania. Są one niższe i mają sinozielone zabarwienie. Kłoski są rozpierzchnięte (rozwarte). Między plewkami są widoczne torebki śnieciowe. Torebki te są krótsze i bardziej pękate niż ziarno. Zawartość niedojrzałych torebek jest mazista, brunatnoczarna i ma zapach śledzi. Zawartość dojrzałych torebek jest pylistą masą brunatnych zarodników, które łatwo można rozgnieść (fot. 13)	śnieć karłowa

Tabela 27. Cd.

Śnieć karłowa pszenicy (*Tilletia controversa*)	Porażone rośliny są ciemniejsze i krzewią się silniej niż rośliny zdrowe. Mają one zazwyczaj skrócone źdźbła. Torebki śnieciowe rozwijające się w wyniku porażenia ziarniaków są krótsze niż w przypadku śnieci cuchnącej. Zgnieciona, niedojrzała torebka śnieciowa wypełniona jest masą zarodników o brunatnym kolorze i zapachu śledzi. Dojrzałe torebki są twarde i trudno się rozgniatają	śnieć cuchnąca
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	Już jesienią porażone młode korzonki czernieją i obumierają. W polu choroba rozwija się placowo. W tych miejscach rośliny mogą być nieco niższe i jaśniejsze, co niekiedy można zobaczyć już przed kłoszeniem. Źdźbła porażonych roślin przedwcześnie bieleją, kłosy są płone lub mają słabo wykształcone ziarno. Na korzeniach i na podstawie porażonych źdźbeł rozwija się czarnobrunatna grzybnia, tworząca sploty (sznury grzybniowe). Podstawa źdźbła czernieje i ulega suchej zgniliźnie. Porażone korzenie boczne stopniowo zamierają. Podstawa źdźbła jest twarda i nie łamie się	fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła

Fot. 1. Brunatna plamistość liści (fot. M. Korbas)

Fot. 2. Czerń zbóż (fot. M. Korbas)

Fot. 3. Fuzarioza kłosów (fot. M. Korbas)

Fot. 4. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (fot. M. Korbas)

Fot. 5. Głownia pyląca pszenicy (fot. M. Korbas)

Fot. 6. Łamliwość źdźbła zbóż (fot. M. Korbas)

Fot. 7. Mączniak prawdziwy zbóż i traw (fot. M. Korbas)

Fot. 8. Pleśń śniegowa (fot. M. Korbas)

Fot. 9. Rdza brunatna pszenicy (fot. M. Korbas)

Fot. 10. Rdza żółta (fot. M. Korbas)

Fot. 11. Septorioza paskowana liści pszenicy (fot. M. Korbas)

Fot. 12. Septorioza plew (fot. M. Korbas)

Fot. 13. Śnieć cuchnąca pszenicy (fot. M. Korbas)

Tabela 28. Występowanie objawów chorób na poszczególnych organach pszenicy

Choroba	Korzeń	Źdźbło	Liść	Pochwa liściowa	Kłos	Ziarno
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	–	–	+	+	+	+
Czerń zbóż (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epiccocum* spp., *Ascochyta* spp.)	–	–	–	–	+	+
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	–	–	–	–	+	+
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	–	–	+	–	–	–
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.)	+	+	–	+	–	–
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	–	+	–	+	–	–
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	–	+	+	+	+	–
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratorhiza cerealis*, *Rhizoctonia solani*)	+	+	–	+	–	–
Pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*)	+	–	+	+	–	–
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	–	+	+	+	+	–
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	–	+	+	+	–	–
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	–	–	+	+	+	+
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	–	–	+	–	–	–

Tabela 28. Występowanie objawów chorób na poszczególnych organach pszenicy – cd.

Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	+	+	+	+	+	+
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	–	–	–	–	+	+
Śnieć cuchnąca pszenicy (*Tilletia caries*)	–	–	–	–	+	+
Śnieć karłowa pszenicy (*Tilletia controversa*)	–	–	–	–	+	+
Głownia pyląca pszenicy (*Ustilago tritici*)	–	–	–	–	+	+
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	+	+	–	+	–	–
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	+	–	+	+	–	–

Źródło: Korbas i wsp. (2015, 2016); Weber i Kryczyński (2011)

5.2. Niechemiczne metody ochrony

W integrowanej metodzie zwalczania grzybów chorobotwórczych pierwszeństwo mają zabiegi związane z szeroko rozumianą profilaktyką (Häni i wsp. 1998). Przykłady i propozycje działań zapobiegawczych dotyczących poszczególnych patogenów (metody ochrony) podano w tabeli 29.

Tabela 29. Najważniejsze metody ograniczania chorób pszenicy

Choroba	**Metody ograniczania**		
	agrotechniczna	**hodowlana**	**chemiczna**
Brunatna plamistość liści zbóż (*Pyrenophora tritici-repentis*)	niszczenie resztek pożniwnych, stosowanie zabiegów przyspieszających mineralizację resztek pożniwnych	brak zróżnicowania odmian	zabiegi fungicydowe
Czerń zbóż (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epiccocum* spp., *Ascochyta* spp.)	zapobieganie rozwojowi i działaniu czynników powodujących przedwczesne zamieranie roślin, zbiór zbóż tuż po ich dojrzeniu (o ile pozwalają na to warunki pogodowe)	brak zróżnicowania odmian	–

Tabela 29. Cd.

Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	–	zabiegi fungicydowe
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	–	–
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.)	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Głownia pyląca pszenicy (*Ustilago tritici*)	stosowanie zdrowego, wolnego od teliospor ziarna siewnego	–	zaprawianie ziarna
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	prawidłowe zmianowanie, uprawa odmian o podwyższonej odporności, wykonywanie podorywki i dokładnej orki w celu przyspieszenia mineralizacji resztek pożniwnych i eliminacji inokulum sprawcy choroby	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	zaleca się wykonanie podorywki i starannej orki w celu zniszczenia resztek pożniwnych, na których dojrzewają kleistotecja (owocniki) sprawcy choroby, unikanie zbyt gęstego siewu i przenawożenia azotem, unikanie sąsiedztwa form jarych i ozimych tych samych gatunków zbóż	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratorhiza cerealis*, *Rhizoctonia solani*)	prawidłowe zmianowanie, zabiegi agrotechniczne zapewniające optymalny rozwój zbóż	–	–

Tabela 29. Najważniejsze metody ograniczania chorób pszenicy – cd.

Pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*)	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	niszczenie samosiewów	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	dokładne wykonanie podorywki i orki jesiennej, właściwe nawożenie (potasowo–fosforowe), uprawa odmian o krótszym okresie wegetacji	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	niszczenie samosiewów pszenicy i pszenżyta	siew odmian o zwiększonej odporności	–
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	dokładne przykrycie resztek pożniwnych, niszczenie samosiewów		zabiegi fungicydowe
Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	głęboka orka przedzimowa mająca na celu zniszczenie źródła infekcji, uprawa odmian mniej podatnych na porażenie przez sprawcę choroby, stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	wysiewanie kwalifikowanego materiału siewnego wolnego od sklerocjów sprawcy choroby, staranne przyorywanie resztek pożniwnych, prawidłowe zmianowanie	siew odmian o zwiększonej odporności	–
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	zmianowanie	–	zaprawianie ziarna
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	wysiewanie kwalifikowanego materiału siewnego, stwarzanie warunków do szybkich wschodów i rozwoju siewek, niezbyt głęboki wysiew materiału siewnego	–	zaprawianie ziarna

Źródło: Korbas i wsp. (2015, 2016); Kryczyński i Weber (2011)

Metoda agrotechniczna

Poprawna agrotechnika pozwala na znaczne ograniczenie zagrożenia ze strony sprawców chorób. Wykorzystując zmianowanie (płodozmian), odpowiednie przygotowanie gleby, nawożenie stosowane zgodnie z potrzebami pszenicy oraz wykonanie siewu we właściwym terminie i z optymalną ilością ziaren na m^2, zmniejsza się zasadniczo niebezpieczeństwo obecności wielu grzybów chorobotwórczych. Wystarczy długa przerwa w uprawie pszenicy, aby uzyskać silną redukcję i poprawę stanu fitosanitarnego, której skutkiem jest mała, niezagrażająca ilość grzybów zasiedlających podstawę źdźbła i korzeni.

Odpowiednio długie przerwy w uprawie roślin zbożowych przyczyniają się do utrzymania dobrej zdrowotności pszenicy (Korbas i wsp. 2008). Jest to widoczne w pszenicy ozimej, w której duży wpływ na straty w plonie mają choroby zaliczane do kompleksu chorób podsuszkowych (łamliwość źdźbła zbóż, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni, zgorzel podstawy źdźbła i ostra plamistość oczkowa). Grzyby powodujące te choroby gromadzą się w glebie lub na jej powierzchni i gdy zboża uprawiane są tylko z krótką przerwą, zwiększa się ich ilość do takiego poziomu, że stają się one przyczyną poważnych strat (Smagacz 2007). Przerwa w uprawie sprawia, że brakuje możliwości przetrwania sprawcy choroby na resztkach pożniwnych, ponieważ zdążą się one zmineralizować. Stan fitosanitarny gleby ulega wówczas poprawie z powodu silnej redukcji grzybów chorobotwórczych w glebie. Najlepiej jest, gdy przerwa w uprawie pszenicy oraz innych zbóż wynosi 3–4 lata – wówczas problem chorób np. podstawy źdźbła, praktycznie nie istnieje. Ma to duże znaczenie, gdy stosuje się w uprawie uproszczenia agrotechniczne (płytka uprawa przy pomocy agregatów uprawowych, siew bezpośredni itp.) (Korbas i wsp. 2008). W integrowanej uprawie po formie ozimej pszenicy uprawiać można (zgodnie z przepisami) pszenicę jarą. Ta forma pszenicy w mniejszym stopniu narażona jest na choroby podstawy źdźbła, ale pozwala ona na dalszy rozwój tych samych grzybów, które atakują pszenicę ozimą i inne zboża. Jest to szczególnie ważne w przypadku grzybów rodzaju *Fusarium* powodujących fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i korzeni oraz inne fuzariozy, jak np. fuzariozę liści i kłosa.

Uprawa gleby w integrowanej ochronie, a zwłaszcza sposób jej przygotowania do siewu znacząco wpływa na obecność grzybów chorobotwórczych. Ograniczenie uprawy np. do uprawy powierzchniowej lub całkowita rezygnacja z uprawy (siew bezpośredni) powoduje, że na takim polu wzrasta zagrożenie pojawienia się wielu chorób, np. łamliwość źdźbła zbóż, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni, zgorzel podstawy źdźbła, brunatna plamistość liści (DTR) (Parylak i Kordas 2001; Sawinska i Małecka 2005; Blecharczyk i wsp. 2006; Kordas 2006). Pełna uprawa płużna (podorywka, orka głęboka przed siewem) pozwala na dokładne i głębokie przykrycie resztek pożniwnych oraz istotnie zmniejsza możliwość

porażenia pszenicy przez grzyby chorobotwórcze – wykonanie zabiegów chemicznych nie jest wtedy konieczne.

Siewy wykonane w optymalnym terminie pozwalają roślinom na właściwy rozwój pszenicy ozimej jesienią i jarej pszenicy w okresie wiosny. Zbyt wczesny siew ozimin powoduje, że rośliny silnie się krzewią, a na takich nadmiernie zagęszczonych polach ułatwiony jest rozwój mączniaka prawdziwego, rdzy, septorioz i fuzariozy. Prowadzi to do zahamowania rozwoju roślin i powoduje zmniejszenie odporności na działanie niskich temperatur. Porażenie roślin przy późnym siewie jest mniejsze, ale nie można ryzykować opóźnionego siewu, ponieważ słabe i nierozkrzewione rośliny mogą w czasie zimy wymarzać.

Ilość wysiewu decyduje o obsadzie roślin na polu. Gęste zasiewy powodują wzajemną konkurencję i osłabienie roślin. Utrzymująca się na plantacji większa wilgotność, związana z gęstym siewem, sprzyja rozwojowi sprawców chorób podstawy źdźbła, liści i kłosów (Budzyński i Szempliński 2003). Optymalna obsada roślin nie daje możliwości masowego rozwoju patogenów, warto zatem przestrzegać podanych norm wysiewu, gdy uprawia się pszenicę w sposób integrowany. Wysiewając ziarno należy szczególną uwagę zwrócić na głębokość siewu, która dla pszenicy wynosi 3–4 cm. Zbyt głęboki siew, np. przy systemie pełnej orki, powoduje głębokie umieszczenie ziarna w glebie i długie wschody. Jest to przyczyną narażenia siewek na porażenie przez grzyby patogeniczne występujące w glebie. Ich osłabienie dodatkowo powoduje, że łatwo mogą być one porażone przez zarodniki grzybów chorobotwórczych znajdujących się w masach powietrza.

Sposobem unikania zakażania przez grzyby porażające liście i kłosy jest odpowiednia izolacja przestrzenna upraw pszenicy ozimej od pszenicy jarej. Wskazane jest takie rozmieszczenie pól z pszenicami, aby zmniejszyć możliwość zakażania form jarych przez oziminy rosnące w pobliżu lub w bezpośrednim sąsiedztwie. Jest to związane z tym, że zarodniki propagacyjne takich sprawców chorób, jak: mączniaka prawdziwego zbóż i traw, rdzy, septorioz i fuzarioz zakażają pszenicę jarą, przenosząc się z kroplami wody lub za pomocą wiatru.

Likwidacja chwastów, które są „zielonym pomostem" umożliwiającym przetrwanie patogenów przyczynia się do ograniczenia zagrożenia przez np. sprawców łamliwości zbóż, fuzarioz i zgorzeli podstawy źdźbła. Podobnie jest w przypadku walki ze szkodnikami takimi jak: mszyce, skrzypionki, skoczki, które mogą przenosić szkodliwe wirusy lub uszkadzając liście otwierają „bramy" do infekcji przez grzyby powodujące choroby.

Uzyskanie dorodnego ziarna, związane jest z dbałością o prawidłowe dostarczenie składników pokarmowych, a pośrednio przyczynia się to też do zwiększenia odporności na porażanie przez grzyby. Roślina, która ma odpowiednią wilgotność gleby i pobiera właściwe ilości składników pokarmowych jest bardziej odporna na zainfekowanie przez patogeny (Budzyński i Szempliński 2003). W przypadku nadmiaru azotu, co wskazuje na jego złe zbilansowanie w glebie,

roślina szybko z tego korzysta. Komórki rośliny przy gwałtownym wzroście, nadmiernie się rozrastają, a wtedy ściany komórkowe stają się cienkie i delikatne, a przez to bardziej podatne na porażenie przez grzyby. Do gatunku, który wykorzystuje opisane zjawisko należy między innymi sprawca mączniaka prawdziwego. Przy wystarczającej dla prawidłowego rozwoju pszenicy ilości azotu w glebie, porażenie przez tę chorobę nie stanowi dużego zagrożenia.

Metoda hodowlana

W integrowanej uprawie pszenicy wykorzystanie metody hodowlanej jest bardzo ważne. Opiera się ona na właściwym doborze odmiany odpornej lub tolerancyjnej na porażenie przez grzyby powodujące największe zagrożenie w konkretnym środowisku (polu uprawnym).

Odmiana powinna być dostosowana do warunków klimatycznych panujących w rejonie jej uprawy. Przydatne w wyborze odpowiedniej odmiany są wyniki badań porejestrowych oraz informacje podawane przez COBORU w licznych publikacjach. W rozdziale 3.5 pt. Dobór odmian w tabeli 13 i 14 podano wyniki badań dotyczących porażenia odmian pszenicy jarej i ozimej przez głównych sprawców chorób (podstawy źdźbła, mączniaka prawdziwego, rdzy brunatnej, brunatnej plamistości liści, septoriozy liści, septoriozę plew, fuzariozy kłosów). Analiza danych w tych tabelach pozwala na określenie stopnia porażenia odmian pszenicy przez ważne gospodarczo choroby i umożliwia wybór do uprawy odmian o większej odporności, co w konsekwencji powoduje zmniejszenie zużycia środków chemicznych. Do siewu polecić należy zwłaszcza odmiany, których odporność wynosi, co najmniej 8° na porażenie przez kilku sprawców chorób. Jeżeli to nie jest możliwe wybierać należy odmiany o jak największym podanym stopniu odporności. W skali tej 9-stopniowej 9° oznacza, że odmiana jest odporna całkowicie, a 8° że jej odporność na porażenie przez grzyby powodujące chorobę jest wysoka.

W konkretnych warunkach produkcji ziarna pastewnego jednym ze sposobów, który prowadzi do ograniczania ilości wykonywanych zabiegów chemicznych jest siew mieszanek odmian pszenicy. Dzięki temu, że są to mieszanki o zróżnicowanej odporności i o różnych genotypach ich porażenie przez grzyby nie powoduje wysokich strat w plonie (Michalski i wsp. 1996).

Zastosowanie do siewu odmian szybko kwitnących zmniejsza porażenie przez np. sprawców fuzariozy kłosów. Warto korzystać z odmian charakteryzujących się tą cechą w celu uniknięcia występowania tej ważnej gospodarczo choroby. W integrowanej uprawie korzystna też jest uprawa odmian o możliwie krótkim okresie wegetacji, bo w ten sposób można „uciec przed porażeniem przez grzyby".

Dopiero po wyczerpaniu powyższych możliwości można rozpatrywać czy i w jakiej formie stosować chemiczne środki, które pozwalać będą na kontrolowanie stanu zdrowotnego plantacji.

5.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Przed przystąpieniem do ochrony chemicznej podstawy źdźbła, liści, pochew liściowych i kłosów wykonuje się lustrację w celu określenia głównego sprawcy choroby i ocenia się jednocześnie występowanie innych grzybów obecnych w tym samym czasie w niskim nasileniu. Znajomość istniejących progów ekonomicznej szkodliwości jest niezbędna (Korbas 2007b). W zależności od fazy wzrostu pszenicy progi różnią się wyznaczoną wielkością, która podana najczęściej jest w procentach roślin lub liści z pierwszymi objawami sprawców chorób albo jako procent porażonej powierzchni liści. Posługując się tymi wartościami nie należy zapominać, że na każdym polu warunki sprzyjające rozwojowi chorób są różne i mogą być modyfikowane przez wiele czynników (np. odmiana, faza rozwojowa pszenicy, przebieg pogody, zagęszczenie łanu, poziom nawożenia). Dlatego wartość progu szkodliwości, powinno się traktować, jako wartość orientacyjną i zawsze odnosić go do konkretnych warunków przyrodniczych i ekonomicznych (Dąbrowski 2007). Przy niższych spodziewanych plonach przyjmować należy, jako próg szkodliwości większą liczbę roślin porażonych lub większy procent porażonej powierzchni liści, natomiast przy wysokich oczekiwanych plonach niższa wartość wyznacza próg szkodliwości, przy którym wskazane jest wykonanie zabiegu. Progi ekonomicznej szkodliwości podane są w tabeli 30. Obejmują one ważniejsze choroby, ale posiłkując się podanymi wielkościami, można z nich skorzystać, gdy odnosić się będzie do innych podobnych chorób występujących na podstawie źdźbła lub liściach.

Tabela 30. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości chorób pszenicy

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	od początku fazy strzelania w źdźbło do fazy pierwszego kolanka	20–30% źdźbeł z objawami porażenia
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	w fazie krzewienia	50–70% roślin z pierwszymi objawami porażenia (pojedyncze, białe skupienia struktur grzyba)
	w fazie strzelania w źdźbło	10% roślin z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie kłoszenia	pierwsze objawy porażenia na liściu podflagowym, flagowym lub na kłosie
Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita*)	w fazie krzewienia	10–15% liści z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie strzelania w źdźbło	10% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie kłoszenia	pierwsze objawy porażenia na liściu podflagowym lub flagowym

Tabela 30. Cd.

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	w fazie krzewienia	30% roślin z pierwszymi objawami
	w fazie strzelania w źdźbło	10% porażonej powierzchni liścia podflagowego
	w fazie kłoszenia	pierwsze objawy porażenia na liściu podflagowym lub flagowym
Septorioza paskowana liści pszenicy (*Mycosphaerella graminicola*)	w fazie krzewienia	30–50% liści z pierwszymi objawami porażenia lub 1% liści z owocnikami
	w fazie strzelania w źdźbło	10–20% porażonej powierzchni liścia podflagowego lub 1% liści z owocnikami
	w fazie kłoszenia	5–10% porażonej powierzchni liścia flagowego lub 1% liści z owocnikami
Septorioza plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*)	w fazie krzewienia	20% roślin z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie strzelania w źdźbło	20% porażonej powierzchni liścia podflagowego lub 1% liści z owocnikami
	w fazie początku kłoszenia	10% porażonej powierzchni liścia podflagowego lub 1% liści z owocnikami
	w fazie pełni kłoszenia	1% porażonej powierzchni liścia flagowego
Brunatna plamistość liści zbóż	w fazie krzewienia	10–15% porażonych roślin z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie strzelania w źdźbło	5% liści z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie kłoszenia	5% liści z pierwszymi objawami porażenia

5.4. Chemiczne metody ochrony

O ile jest to możliwe zalecać należy środki, które zastosować można w niższych zarejestrowanych dawkach i które są bezpieczne dla środowiska. W integrowanej ochronie pszenicy jedną z podstawowych zasad jest stosowanie środków o mniejszym zagrożeniu dla ludzi i organizmów występujących w agrocenozie pszenicy.

Pierwszym chemicznym zabiegiem w integrowanej ochronie pszenicy przed chorobami jest zaprawianie materiału siewnego. Zabieg ten umożliwia zwalczanie sprawców chorób przy pomocy niewielkiej ilości substancji czynnej lub ich mieszanin. Możliwość późniejszej obecności tych substancji w ziarnie po zbiorze jest przy tym minimalna, ponieważ czas od momentu siewu do zbioru jest tak długi, że ulegają one zwykle całkowitemu rozłożeniu. W przypadku niektórych

patogenów (sprawców śnieci, głowni, zgorzeli podstawy źdźbła) nie ma poza zaprawianiem ziarna innych możliwości zlikwidowania choroby. Zabieg zaprawiania ziarna chroni roślinę, zwłaszcza w okresie wschodów przed atakiem wielu patogenów i uniemożliwia rozwój tych grzybów, które w czasie wegetacji mogą powodować znaczne straty w plonie. Wykonanie zaprawiania, przy pomocy środków do tego przeznaczonych o szerokim zakresie zwalczanych grzybów, w latach niesprzyjających rozwojowi np. mączniaka prawdziwego, rdzy lub septoriozy paskowanej liści pozwala na zrezygnowanie z pierwszego zabiegu w czasie wegetacji, czyli pozwala na ograniczenie zastosowania chemicznej ochrony. Wybierając zaprawę należy zapoznać się nie tylko z zakresem zwalczanych patogenów i sposobem działania (układowy, kontaktowy), ale również ważna jest dawka jej stosowania oraz skład chemiczny i klasa toksyczności. W integrowanej ochronie najlepiej stosować zaprawy, które całkowicie zwalczać mogą występujące zagrożenie. Podkreślić należy, że nie powinno się każdego roku używać zapraw o tym samym składzie chemicznym i z tych samych grup chemicznych.

W sytuacji, gdy obserwuje się porażenie pszenic w wielkości, która wskazuje na konieczność wykonania zabiegu opryskiwania niezbędna jest znajomość danych, które znajdują się na etykiecie środka. W pierwszej kolejności przydatna jest informacja, jaka lub jakie substancje czynne wchodzą w skład środka grzybobójczego, który zamierzamy stosować. Następnie znaczenie ma, do jakiej grupy chemicznej należy środek oraz w jakiej fazie rozwojowej można go użyć i do jakiej klasy toksyczności został zaklasyfikowany. W integrowanej ochronie pszenicy dopuszcza się stosowanie środków grzybobójczych w kilku fazach rozwojowych. Są one dla pszenicy ozimej i jarej takie same. Fungicydy mogą być używane do zwalczania sprawcy lub sprawców jednej lub kilku chorób.

W pszenicy grzyby chorobotwórcze można zwalczać w następujących fazach: od początku strzelania w źdźbło do fazy pierwszego lub niekiedy drugiego kolanka (BBCH 30–32), najczęściej określany jako termin T-1; od początku grubienia pochwy liściowej liścia flagowego do fazy widocznych pierwszych ości (BBCH 41–49) – termin T-2 oraz w fazie kłoszenia (BBCH 51–59) z możliwością przedłużenia, w przypadku niektórych fungicydów, do fazy dojrzałości wodnej ziarna (BBCH 71) lub dojrzałości mlecznej ziarna (BBCH 75) – termin T-3. Przy wykonywaniu zabiegów chemicznych w późnych fazach rozwojowych, np. kłoszenie pszenicy, ważny jest termin karencji zastosowanego do ochrony fungicydu. Bezwzględnie nie wolno stosować środków, których karencja nie upływa przed zbiorem pszenicy. Na niektórych plantacjach może zaistnieć konieczność zastosowania zabiegu we wcześniejszych niż podano fazach rozwojowych, tj. w fazie końca krzewienia BBCH 29 (termin T-0).

Przy określaniu terminu stosowania posługiwać się powinno fazami rozwojowymi pszenicy, co daje szansę na precyzyjne określenie czasu zabiegu. Posługiwanie się oznaczeniami T-0, T-1, T-2, T-3 jest rutynowe i nie zawsze dokładne.

Wpływ temperatury na skuteczność zabiegów grzybobójczych w pszenicy

Uzyskanie wysokiej skuteczności stosowanych środków ochrony roślin, włączając w to fungicydy zależy od warunków otoczenia, w tym temperatury. Temperatura powietrza w jakiej wykonuje się zabieg jest jednym z ważniejszych warunków skutecznego działania fungicydów w ochronie pszenicy.

We wszystkich przypadkach zdecydowanie najlepiej jest stosować środki w temperaturach optymalnych. Uzyskuje się wtedy pełną skuteczność, stosując niekiedy nawet dawki niższe podane na etykiecie środka. Temperatury maksymalne są związane z bezpieczeństwem rośliny uprawnej, ponieważ jest możliwość działania fitotoksycznego użytego fungicydu, a dodatkowo przy dużej operacji słonecznej istnieje ryzyko poparzeń. W niższych temperaturach procesy fizjologiczne rośliny przebiegają wolniej. Zastosowany fungicyd powoli wnika do tkanek roślin, a następnie powoli rozprzestrzenia się. Preparat staje się wówczas mniej skuteczny, szczególnie na początku jego działania. Przy stosowaniu środków we wczesnych fazach rozwojowych, gdy na wiosnę temperatury rzadko przekraczają 10°C zalecać należy środki, których optymalne temperatury działania są relatywnie niższe, np. z grupy chemicznej morfolin, quinozolin, benzimidazoli, ketoamin lub te środki, które zawierają więcej substancji czynnych, w tym jedną z wymienionej grupy. Przy temperaturze poniżej 10°C, nie powinno się stosować fungicydów, których jedynym składnikiem jest triazol.

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Pszenica ozima i jara może być uszkadzana przez kilkanaście gatunków szkodników o znaczeniu gospodarczym. Ich szkodliwość i znaczenie ekonomiczne może być zmienne w poszczególnych regionach i sezonach wegetacyjnych. Zmiany klimatyczne, wzrost areału i intensyfikacja produkcji zbóż, w tym uproszczone technologie uprawy mogą przyczynić się do zwiększenia szkodliwości gatunków już obecnych i powodujących istotne straty, bądź też takich, które do tej pory nie miały poważnego znaczenia gospodarczego lub też zupełnie nowych gatunków szkodników. Do najważniejszych szkodliwych owadów mogących żerować w trakcie wegetacji pszenicy i powodować wymierne straty aktualnie zalicza się: mszyce, skrzypionki, muchówki, błonkówki, pluskwiaki różnoskrzydłe, wciornastki, śmietki, skoczki oraz szkodniki glebowe. Lokalnie szkody mogą wyrządzać zwójki, łokaś garbatek, nicienie, gryzonie oraz ptaki (Nespiak i Opyrchałowa 1979; Boczek 1995; Strażyński 2016, 2017; Mrówczyński i wsp. 2017; Strażyński i Mrówczyński 2017a, b, c, d) (tab. 31, ryc. 6).

Tabela 31. Znaczenie gospodarcze szkodników pszenicy w Polsce

Szkodnik	Pszenica ozima	Pszenica jara
Mszyce (*Aphididae*)	+++	++
Skoczek sześciorek (*Macrosteles leavis* Rib.)	+	+
Skrzypionki (*Oulema* spp.)	++(+)	+++
Rolnice (*Agrotinae*)	++	+(+)
Pędraki (*Melolonthidae*)	+	+
Drutowce (*Elateridae*)	+	+
Lenie (*Bibionidae*)	+	+
Niezmiarka paskowana (*Chlorops pumilionis* Bjerk.)	+	++
Ploniarka zbożówka (*Oscinella frit*)	++	+(+)
Pryszczarki (*Cecidomyiidae*)	++	+(+)
Żółwinek zbożowy (*Eurygaster maura* L.)	+	+

Tabela 31. Cd.

Lednica zbożowa (*Aelia acuminata* L.)	+	+
Łokaś garbatek (*Zabrus tenebrioides* Goeze)	++(+)	+(+)
Nałanek kłosiec (*Anisoplia segetum* Hbst.)	+	+
Nawodnica trawianka (*Hydrellia griseola* Fall.)	(+)	(+)
Nicienie (*Nematoda*)	(+)	(+)
Wciornastki (*Thripidae*)	+	+(+)
Śmietki (*Anthomyiidae*)	++	+(+)
Gryzonie (*Rodentia*)	+	(+)
Ślimaki (*Gastropoda*)	++	(+)
Zwójkowate (Tortricidae)	+	+(+)
Zwierzęta łowne i ptaki	+(+)	+
Żdzieblarz pszeniczny (*Cephus pygmaeus* L.)	+	+

„+" – szkodnik mniej ważny, „ ++" – szkodnik ważny, „ +++" – szkodnik bardzo ważny,
(+) – lokalnie

Ze zbożami, w tym także pszenicą, swój rozwój ma związanych kilkadziesiąt gatunków **mszyc**, jednak tylko kilka z nich ma istotne znaczenie gospodarcze. Szkodliwe są zarówno formy dorosłe mszyc, jak też ich larwy. Występowanie mszyc na zbożach to nie tylko ryzyko bezpośrednich szkód, ale również ich szkodliwość pośrednia, czyli przenoszenie groźnych wirusów, w tym żółtej karłowatości jęczmienia (ang. BYDV – *Barley yellow dwarf virus*). Mszyce bezpośrednio szkodzą roślinie wysysając soki z tkanek, co zaburza fizjologię rośliny. Typowym objawem żerowania mszyc są deformacje liści i innych zasiedlonych organów, a w późniejszym etapie ich żółknięcie i zasychanie, bądź – w przypadku masowego pojawu – nawet całych roślin. Dodatkowo uszkodzone przez kłujki mszyc tkanki oraz ich wydzieliny mogą stanowić źródło wtórnych porażeń przez sprawców chorób. Szacuje się, że straty wynikające z bezpośredniego żerowania mszyc mogą sięgać do 20 kg/ha w przeliczeniu na jedną mszycę na źdźbło. Wśród gatunków mszyc, które najliczniej pojawiają się na plantacjach zbóż, w tym pszenicy wymienia się: mszycę czeremchowo-zbożową (*Rhopalosiphum padi* L.) (fot. 14), mszycę zbożową (*Sitobion avenae* F.) (fot. 15) oraz mszycę różano-trawową (*Metopolophium dirhodum* Walk.) (fot. 16). Pierwsze osobniki mszyc pojawiają się na uprawach pszenicy (żywicielach letnich) najczęściej w maju. Ciepła wiosna sprzyja szybszemu rozwojowi mszyc na żywicielach zimowych i stymuluje ich wcześniejszy przelot na żywicieli letnich. Na letnich żywicielach, czyli w tym przypadku zbożach, mszyce rozwijają dzieworodnie do kilkunastu pokoleń i powodują szkody bezpośrednie na skutek

wysysania soków z tkanek. W okresie jesieni powracają na swoich żywicieli zimowych: w zależności od gatunku – czeremchę (m. czeremchowo-zbożowa), jednoliścienne (m. zbożowa) i dzikie gatunki róż (m. różano-trawowa). Typowy cykl rozwojowy mszyc kończy się złożeniem zapłodnionych jaj na żywicielach zimowych. Wyższe temperatury w okresie wiosny i lata mogą powodować zmiany w biologii mszyc. Takie zjawisko zaobserwowano w przypadku mszycy czeremchowo-zbożowej. W okresie pożniwnym mszyce nie przelatują na swoich zimowych gospodarzy, lecz na dziko rosnące trawy, na których nabywają wirusy. Następnie przelatują na wschodzące zboża ozime, dokonując infekcji. Jest to tzw. rozwój anholocykliczny. Długa i ciepła jesień sprzyja rozwojowi tych form mszyc, czyli jednocześnie ekspansji wirusów (Ruszkowska i Strażyński 2007, 2010).

Podobnym jak mszyce zakresem szkodliwości cechują się **skoczki**, których na plantacjach pszenicy może pojawiać się wiele gatunków, jednak najbardziej pospolicie występuje skoczek sześciorek (*Macrosteles laevis* Rib.) (fot. 17).

Wśród chrząszczy mogących uszkadzać nadziemne części pszenicy najczęściej występują **skrzypionki**. Te chrząszcze z rodziny stonkowatych zimują jako dorosłe osobniki zwykle w ściółce, w darni lub między korzeniami. Wiosną po uzupełniającym żerowaniu i kopulacji składają jaja na powierzchni liści zbóż i traw. Żółte lub brunatno-czarne, pokryte śluzem i odchodami larwy skrzypionek (fot. 18) odżywiają się miękiszem liści, zdrapując go wzdłuż głównych nerwów (szkieletowanie) (fot. 19). Pozostawiane na liściach grudki odchodów larw są często źródłem wtórnego porażenia przez sprawców chorób. Szacuje się, że jedna larwa skrzypionki potrafi zniszczyć do 10% liścia flagowego, co przekłada się na spadek plonu o 10% na skutek obniżenia zdolności fotosyntezy i w efekcie stopnia wypełnienia kłosów. Najbardziej pospolite są dwa gatunki: skrzypionka zbożowa (*Oulema melanopa* L.) (fot. 20) i skrzypionka błękitek (*Oulema cyanella* Voet.) (fot. 21).

Plantacjom pszenicy, zwłaszcza w zachodniej części kraju mogą również zagrażać niewielkie muchówki pryszczarkowate, a wśród nich głównie **pryszczarek zbożowiec** (*Haplodiplosis equestris* Wagner = *H. marginata* von Roser), **pryszczarek pszeniczny** (*Sitodiplosis mosellana* Géhin) i **paciornica pszeniczanka** (*Contarinia tritici* Kirby) (fot. 22). W zależności od gatunku, larwy pryszczarkowatych mogą żerować w łodygach (pryszczarek zbożowiec), bądź na zawiązkach ziaren (pryszczarek pszeniczny, paciornica pszeniczanka), osłabiając wzrost roślin i pogarszając jakość ziarna. Pęknięcia okryw nasiennych w wyniku żerowania larw pryszczarkowatych często też prowadzą do wtórnych infekcji grzybowych (fot. 23).

Larwy muchówek z rodziny miniarkowatych, głównie **nawodnicy trawianki** (*Hydrellia griseola* Fall.), wygryzają miękisz spomiędzy blaszek liściowych tworząc przezroczyste chodniki, tzw. miny. Każda larwa uszkadza po jednym liściu, jednak przy silnym porażeniu może zasychać cała blaszka liściowa, choć tak silne porażenia pszenicy nie są często spotykane. Uszkodzone kłoski widoczne pod

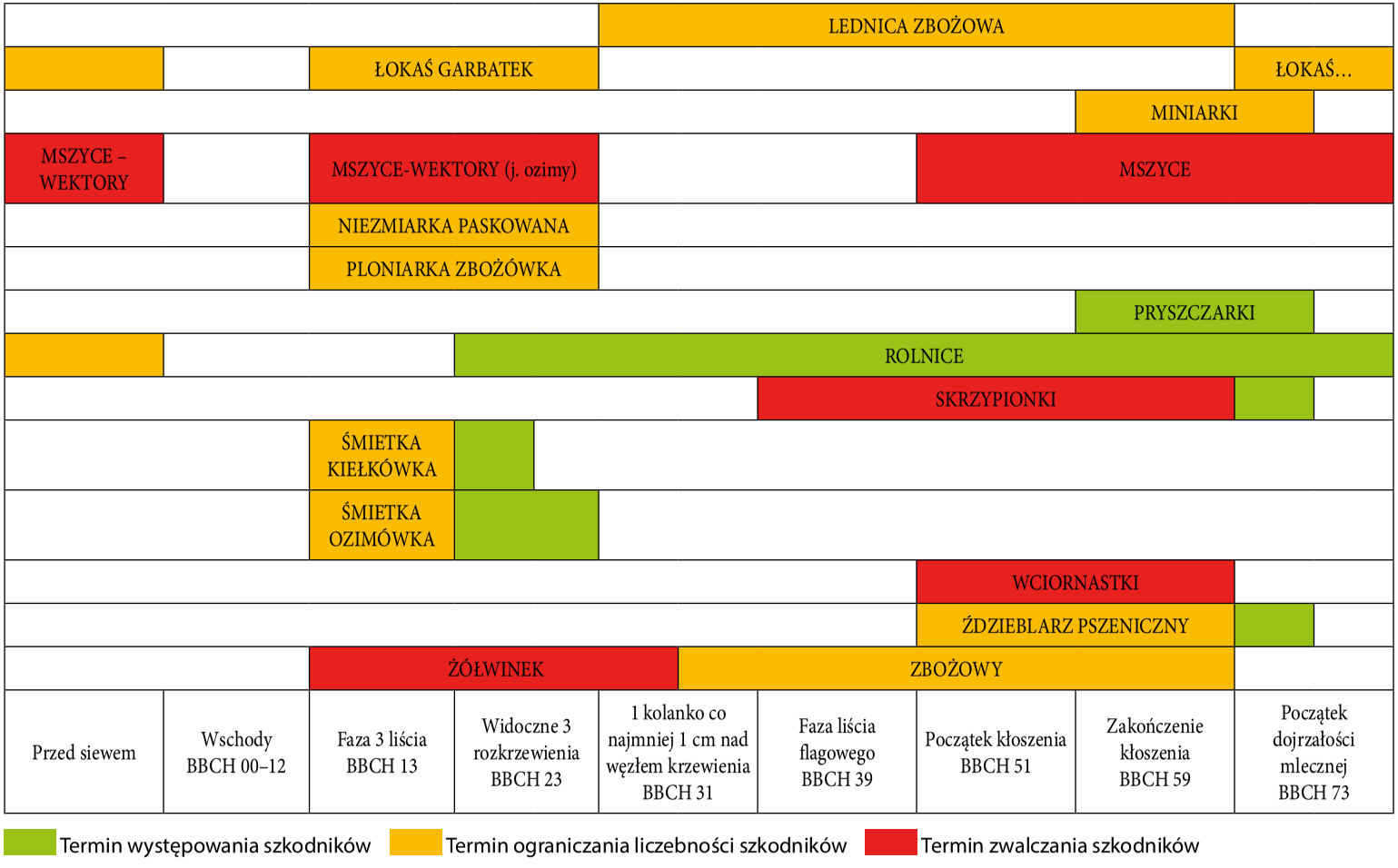
koniec okresu kłoszenia po usunięciu pochwy liścia flagowego to objaw żerowania drugiego pokolenia larw innej muchówki – **niezmiarki paskowanej** (*Chlorops pumilionis* Bjerk.) (fot. 24). Jej larwa niszczy jeden pęd (u którego podstawy zimuje) powodując zahamowanie wzrostu i często brak wykłoszenia.

Typowe objawy uszkodzeń powodowane przez larwy **ploniarki zbożówki** (*Oscinella frit* L.) (fot. 25) to żółknięcie liścia sercowego, który łatwo daje się wyciągnąć (jesień), nadmierne krzewienie bez wykłaszania i bielenie kłosów. Larwy **pilarzowatych** (*Tenthredinidae*) (fot. 26) żerują na najmłodszych liściach (głównie flagowym) powodując zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej i spowolnienie wzrostu roślin. Natomiast larwy **źdźbłarza pszenicznego** (*Cephus pygmaeus* L.) drążą chodniki wewnątrz źdźbła (także przez węzły) wypełniając je odchodami i trocinami, a uszkodzone w ten sposób rośliny zwykle się łamią i zamierają.

Wśród pluskwiaków różnoskrzydłych do szkodników pszenicy zalicza się **żółwinka zbożowego** (*Eurygaster maura* L.) (fot. 27) i **lednicę zbożową** (*Aelia acuminata* L.) (fot. 28). Szkodliwe są zarówno osobniki dorosłe, jak i stadia larwalne wysysające soki z tkanek. Na skutek ich żerowania może dojść do osłabienia i obumierania fragmentów roślin, a w miejsca nakłuć mogą wnikać zarodniki grzybów i bakterie. Także larwy i dorosłe osobniki **wciornastków** (*Thysanoptera*) wysysają sok z komórek liści i kłosów (fot. 29). Przy dużym nasileniu gatunki żerujące na miękkich ziarniakach mogą powodować straty na skutek niedorozwinięcia ziarna. Zagrożeniem w okresie wschodów mogą być też larwy **śmietki kiełkówki** (*Hylemyia florilega* Zett.) oraz **śmietki ozimówki** (*Phorbia coarctata* Fall.) (fot. 30), która występuje powszechnie, czasem w dużym nasileniu, szczególnie na bardziej wilgotnych glebach, świeżo przyoranych lub po nawiezieniu obornikiem.

Kiełkujące ziarniaki i wschody zbóż mogą być uszkadzane przez gąsienice **rolnic** (*Agrotinae*). Szarobrunatne gąsienice tych sówek żerują głównie w nocy odcinając siewki tuż przy powierzchni gleby, a w ciągu dnia ukrywają się w glebie lub resztkach roślinnych (fot. 31). Poważne szkody związane z żerowaniem roślin obserwuje się zwykle co kilka lat z uwagi na gradacyjny charakter ich pojawu. Jedna gąsienica rolnicy jest w stanie zniszczyć do kilkunastu roślin. Młodym zasiewom pszenicy mogą zagrażać także inne szkodniki glebowe – **pędraki** (larwy chrabąszczowatych – *Melolonthinae*) (fot. 32) i **drutowce** (larwy sprężykowatych – *Elateridae*) (fot. 33), szczególnie w okresie kiełkowania i rozwoju pierwszych liści. Także larwy **leniowatych** (*Bibionidae*) (fot. 34) i **komarnicowatych** (*Tipulidae)* żerują na kiełkujących ziarniakach lub odgryzają młode rośliny tuż pod powierzchnią gleby.

Coraz większym problemem w uprawach zbóż staje się **łokaś garbatek** (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Żerujące po zmroku larwy tego chrząszcza (fot. 35) żerują na młodych źdźbłach zjadając tkankę miękiszową. Często przegryzają podstawę liści



Ryc. 6. Występowanie i zwalczanie najważniejszych szkodników w czasie wegetacji pszenicy ozimej

lub wciągają je do wydrążonych wcześniej norek (fot. 36). Główne szkody powstają wiosną, gdy larwy przegryzają całe liście i pędy pozostawiając charakterystyczne, postrzępione kłębki. Tak uszkodzone rośliny zamierają lub nadmiernie się krzewią bez źdźbeł kłosonośnych. Z kolei dorosłe chrząszcze mogą żerować na kłoskach lub miękkich ziarniakach (fot. 37). Lokalnie, ale z każdym rokiem coraz większe szkody mogą powodować chrząszcze **nałanka kłośca** (*Anisoplia segetum* Hbst.) lub innych wielożernych chrząszczy (fot. 38), zwłaszcza w okresie kwitnienia i mlecznej dojrzałości ziaren, co prowadzi do tzw. szczerbowatości kłosów oraz wtórnych porażeń kłosów przez sprawców chorób. Korzenie pszenicy mogą podgryzać także larwy tego szkodnika. Na glebach, na których zaniedbano uprawę pożniwną lub w pobliżu wieloletnich nieużytków problemem mogą być także roślinożerne **nicienie** (*Nematoda*), zwłaszcza niszczyk zjadliwy (*Ditylenchus dipsaci* K–hn.). Szkody na plantacjach wszystkich zbóż mogą powodować **gryzonie** (myszy, nornice), szczególnie w fazach dojrzewania ziaren. Lokalnie szkody powodują także gąsienice **zwójek** (fot. 39), żerujące na liściach lub kłosach zbóż, jak również **jeleniowate** żerujące na świeżych zasiewach i **ptaki** zjadające wysiane ziarno lub wyjadające ziarniaki z kłosów.

Fot. 14. Mszyca czeremchowo-zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 15. Mszyca zbożowa żerująca w kłosie (fot. P. Strażyński)

Fot. 16. Mszyca zbożowa (po lewej) i różano-trawowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 17. Skoczek sześciorek (fot. P. Strażyński)

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

Fot. 19. Objawy żerowania skrzypionek na liściu (fot. P. Strażyński)

Fot. 20. Skrzypionka zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 21. Skrzypionka błękitek (fot. P. Strażyński)

Fot. 22. Paciornica pszeniczanka (fot. P. Strażyński)

Fot. 23. Larwa pryszczarkowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 24. Niezmiarka paskowana (fot. P. Strażyński)

Fot. 25. Ploniarka zbożówka (fot. P. Strażyński)

Fot. 26. Gąsienica pilarzowatych (fot. P. Strażyński)

Fot. 27. Żółwinek zbożowy (fot. P. Strażyński)

Fot. 28. Lednica zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 29. Wciornastek (fot. P. Strażyński)

Fot. 30. Śmietka (fot. P. Strażyński)

Fot. 31. Gąsienica rolnicy (fot. P. Strażyński)

Fot. 32. Pędraki (fot. P. Strażyński)

Fot. 33. Przedstawiciel sprężykowatych (fot. P. Strażyński)

Fot. 34. Lenie ogrodowe (fot. P. Strażyński)

Fot. 35. Larwa łokasia garbatka (fot. P. Strażyński)

Fot. 36. Uszkodzone oziminy przez larwy łokasia garbatka (jesień) (fot. P. Strażyński)

Fot. 37. Chrząszcz łokasia garbatka (fot. P. Strażyński)

Fot. 38. Nierównienka listnik żerująca na kłosie pszenicy (fot. P. Strażyński)

Fot. 39. Gąsienica zwójkowatych żerująca na kłosie pszenicy (fot. P. Strażyński)

6.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona integrowana ochrona pszenicy ozimej i jarej, jak i każdej innej plantacji, powinna zakładać wykorzystanie w szerokim spektrum metod niechemicznych, w tym przede wszystkim **metod agrotechnicznych** (tab. 32). Ma to szczególne znaczenie w ograniczaniu szkodników glebowych (Häni i wsp. 1998; Pruszyński i Wolny 2009; Korbas i Mrówczyński 2010; Pruszyński i wsp. 2012; Mrówczyński 2013a, b).

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 oparta jest na zastosowaniu w ochronie środków biologicznych i biotechnicznych, z wykorzystaniem oporu środowiska (organizmów pożytecznych – np. biedronkowatych, złotooków, bzygowatych, pająków, gąsieniczników i innych parazytoidów) w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Jednym z aspektów ochrony biologicznej są działania w kierunku zachowania lub tworzenia bioróżnorodności w agrocenozie (Hołubowicz-Kliza i Mrówczyński 2013; Pruszyński 2016).

Tabela 32. Agrotechniczne metody ograniczania szkodników pszenicy

Szkodnik	Metody i sposoby ograniczania
Gryzonie	podorywki, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów
Lenie	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu
Łokaś garbatek	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu
Miniarki	izolacja przestrzenna od zbóż i traw
Mszyce Skoczki	wczesny siew, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna od zbóż, traw i zakrzewień, walka z zachwaszczeniem
Nicienie	zabiegi uprawowe, prawidłowy płodozmian, usuwanie resztek roślinnych po zbiorach, głęboka orka jesienna
Niezmiarka paskowana	izolacja przestrzenna od zbóż i traw, późny siew zbóż ozimych, zboża jare – odmiany szybko rosnące i późno kłoszące się, zwiększenie normy wysiewu
Pryszczarki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, zrównoważone nawożenie
Ptaki	zwiększenie normy wysiewu nasion, odstraszanie
Rolnice Pędraki Drutowce	prawidłowy płodozmian, podorywki, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna od innych zbóż, okopowych i kapustowatych
Skrzypionki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, zrównoważone nawożenie
Ślimaki	zabiegi uprawowe, ograniczenie zachwaszczenia, izolacja przestrzenna od łąk i nieużytków, niszczenie resztek pożniwnych
Śmietki	wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, ograniczanie zachwaszczenia, dokładne przyorywanie obornika
Wciornastki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, zrównoważone nawożenie
Zwójki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od zbóż i traw, zrównoważone nawożenie
Żółwinek zbożowy Lednica zbożowa	prawidłowy płodozmian, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna m.in. od łąk i nieużytków, walka z zachwaszczeniem, możliwie wczesny zbiór

6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Ustalenie progów szkodliwości dla danego szkodnika na danej uprawie wymaga bardzo wielu obserwacji i kilkuletnich doświadczeń (tab. 33). Progi mają być pomocne przy podejmowaniu decyzji o zabiegu, lecz nie mają stanowić jedynego kryterium. Wpływ ma bowiem także szereg indywidualnych czynników, jak: warunki klimatyczne, odmiana, poziom agrotechniki czy nawożenie. Progi szkodliwości opracowane w innych krajach nie mają przełożenia na warunki Polski, głównie z uwagi na odmienny klimat.

Podstawową metodą monitorowania plantacji pod kątem występowania szkodników i uszkodzeń jest lustracja. Pomocne mogą być również żółte naczynia (fot. 40), tablice lepowe, czerpakowanie czy przesiewanie gleby (Tratwal i wsp. 2017).

Tabela 33. Progi ekonomicznej szkodliwości oraz terminy obserwacji najważniejszych szkodników pszenicy

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Drutowce	przed siewem	10–20 larw na 1 m^2
Łokaś garbatek	jesień – wschody do przerwania wegetacji	1–2 larwy lub 4 świeżo uszkodzone rośliny na 1 m^2
	wiosna – początek wegetacji	3–5 larw lub 8–10 świeżo uszkodzonych roślin na 1 m^2
Lednica zbożowa	wzrost i krzewienie na wiosnę	2–3 osobniki dorosłe na 1 m^2
	formowanie ziarna, dojrzałość mleczna	2 larwy na 1 m^2
Mszyce	kłoszenie lub zaraz po wykłoszeniu	5 mszyc na 1 kłosie
Mszyce – wektory	wzrost i krzewienie na wiosnę	pierwsze naloty na plantację
Miniarki	wyrzucanie liścia flagowego	brak
Nałanek kłosiec	kwitnienie i formowanie ziarna	3–5 chrząszczy na 1 m^2 lub 5 pędraków na 1 m^2
Nawodnica trawianka	kłoszenie i strzelanie w źdźbło	uszkodzenie 30% powierzchni asymilacyjnej młodych roślin
Niezmiarka paskowana	jesień	1 jajo na 10 źdźbłach lub 10% uszkodzonych źdźbeł
Paciornica pszeniczanka	kłoszenie	5–10 owadów na 1 kłosie
Ploniarka zbożówka	wiosenne krzewienie	6 larw na 100 roślinach

Tabela 33. Cd.

Pryszczarek pszeniczny	kłoszenie	8 larw na 1 kłosie
Pryszczarek zbożowiec	wyrzucenie liścia flagowego	15 jaj na 1 źdźble
Pędraki, drutowce	przed siewem	brak
Rolnice	przed siewem	6–8 gąsienic na 1 m^2
Skoczki	od strzelania w źdźbło	brak
Skrzypionki	wyrzucanie liścia flagowego	1–1,5 larwy na źdźble
Śmietka kiełkówka	rozwój liści	brak
Śmietka ozimówka	wiosna	10 roślin uszkodzonych na 30 badanych lub 80 larw na 1 m^2
Wciornastki	strzelanie w źdźbło	10 larw na 1 źdźbło
	do pełni kwitnienia	5–10 owadów dorosłych lub larw na 1 kłosie
	wypełnianie ziarna	40–50 larw na 1 kłosie
Źdźieblarz pszeniczny	kłoszenie	4 owady na 1 m^2 lub 32 larwy na 1 m^2 albo 1 larwa na 12 źdźbeł
Żółwinek zbożowy	wzrost i krzewienie na wiosnę	2–3 osobniki dorosłe na 1 m^2
	formowanie ziarna, dojrzałość mleczna	larwy na 1 m^2

Fot. 40. Żółte naczynia są skuteczne w monitoringu m.in. mszyc-wektorów (fot. P. Strażyński)

6.4. Chemiczne metody ochrony

Aktualnie dla pszenicy ozimej są zarejestrowane insektycydy do zwalczania mszyc (w tym mszyc – wektorów, również w formie zapraw nasiennych), skrzypionek, żółwinka zbożowego oraz wciornastków, natomiast w pszenicy jarej insektycydy do zwalczania mszyc – szkodników bezpośrednich i skrzypionek (www.minrol.gov.pl).

Decyzję o zastosowaniu środków chemicznych dla ochrony upraw przed szkodnikami należy podejmować indywidualnie dla każdej plantacji. W ochronie integrowanej metoda chemiczna zalecana jest w ostateczności, przy dużym nasileniu występowania i szkodliwości danego gatunku oraz braku innych sposobów ograniczenia strat. Kluczową rolę odgrywa także termin zabiegu, dobór środka, dawka i zakres temperatur, w jakich jest najbardziej skuteczny.

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

Internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów, koordynowana przez Instytut Ochrony Roślin – PIB i przy udziale instytucji partnerskich, 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.

Ponadto system zawiera część instruktażową, obejmującą informacje dotyczące zasad prawidłowej kontroli plantacji i podejmowania decyzji o optymalnym terminie zabiegu. Dla każdego gatunku agrofaga podano podstawowe informacje o jego morfologii, biologii oraz metodach prowadzenia obserwacji polowych.

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

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin

Uodparnianie się chwastów na herbicydy to dziedziczna zdolność niektórych osobników (biotypów) danego gatunku chwastu do przeżycia i rozmnażania się **pomimo zastosowania herbicydu w dawce efektywnej**, czyli takiej, która skutecznie eliminuje pozostałą część populacji danego gatunku. W kolejnych pokoleniach, w wyniku stosowania przez kilka lat tych samych herbicydów (tej samej substancji czynnej) zwiększa się populacja biotypów odpornych, aż do takiego poziomu, w którym dany gatunek uważany dotychczas za wrażliwy przestaje być zwalczany. W praktyce rolniczej uodparnianie się chwastów często mylone jest z naturalną odpornością (inaczej brakiem wrażliwości) pewnych gatunków chwastów na określony herbicyd lub też z niepełnym zniszczeniem gatunków zaliczanych do wrażliwych.

Powstawanie chwastów (biotypów) uodpornionych na herbicydy

W populacji danego gatunku chwastu mogą występować osobniki zawierające nabytą lub wykształconą cechę odporności na herbicydy. Zróżnicowanie genetyczne istniejące wewnątrz populacji chwastów powstałe w wyniku długotrwałej selekcji ma swoje odbicie w odmiennej reakcji **poszczególnych osobników** na czynniki siedliskowe. Wiele z nich na specyfikę siedliska reaguje w sposób trwały przez zmianę budowy morfologicznej lub odmienną reakcję fizjologiczną na stres wywołany przez czynniki naturalne (temperatura, stres wodny, sposób uprawy), ale również na stosowane herbicydy. Zaistniała selekcja często prowadzi do wydzielenia się wewnątrz danego gatunku biotypów wykazujących odporność na stosowane herbicydy, np. w wyniku wieloletniej aplikacji substancji czynnych o tym samym lub podobnym mechanizmie działania. Zjawisko to może się gwałtownie pogłębiać i często pojawia się tam, gdzie wprowadzono na masową skalę chemiczne metody walki z chwastami przy jednoczesnym ograniczeniu uprawy roli i zmianowania upraw.

Rodzaje odporności na herbicydy

Wyróżnia się trzy rodzaje odporności: **prostą, krzyżową i wielokrotną**. Odporność prosta (pojedyncza) jest wtedy, gdy chwast jest odporny na jedną substancję

czynną, np. gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*) odporna na izoproturon jest dobrze zwalczana przez chlorotoluron, przy czym obie substancje należą do tej samej grupy chemicznej (pochodne mocznika – PS II). Odporność wyłącznie na jedną substancję czynną zdarza się bardzo rzadko.

W praktyce najczęściej spotyka się odporność określonego biotypu chwastu jednocześnie na kilka herbicydów o tym samym mechanizmie działania. Jest to odporność krzyżowa (mieszana) i występuje, gdy biotyp odporny wykazuje jednocześnie odporność na co najmniej dwie substancje czynne z tej samej grupy chemicznej (np. miotła zbożowa odporna na chlorosulfuron i sulfosulfuron – obydwa z grupy sulfonylomoczników) lub posiadające ten sam mechanizm działania (miotła zbożowa odporna na mieszaninę jodosufuron + mezosulfuron – obydwa z grupy sulfonylomoczników oraz propoksykarbazon sodowy – z grupy sulfonyloaminokarbonylotriazolinonów) – obydwie grupy chemiczne powodują zakłócenie funkcjonowania tego samego enzymu ALS.

Odporność wielokrotna ma miejsce wtedy, kiedy biotyp jest jednocześnie odporny na herbicydy o rożnym mechanizmie działania i o różnej budowie chemicznej. Odporność wielokrotna jest znacznie rzadszym zjawiskiem, jest za to najbardziej niebezpieczna z uwagi na znaczne ograniczenia możliwości chemicznego zwalczania chwastów.

Czynniki wpływające na proces uodparniania się chwastów na herbicydy

Duży wpływ na powstawanie odporności mają właściwości biologiczne poszczególnych gatunków chwastów. Uodparnianiu na herbicydy podlegają przede wszystkim gatunki wydające dużą liczbę nasion i dające kilka pokoleń w ciągu roku, a także posiadające nasiona, które łatwo mogą być przenoszone na duże odległości. Łatwo uodparniają się gatunki obcopylne, wykazujące dużą zmienność genetyczną (w populacji występuje wiele biotypów).

W tabeli 34 zamieszczono wykaz gatunków chwastów, których dotyczy problem odporności w Polsce oraz grupy herbicydów, na które dany gatunek był odporny (www.weedscience.org). Z informacji tych wynika, że w najwyższym stopniu w Polsce pojawiła się odporność na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy w fotosystemie II (blokujące produkcję cukru i energii na drodze fotosyntezy) oraz inhibitory enzymu ALS (hamują wytwarzanie niektórych aminokwasów niezbędnych do syntezy białek).

Obecnie występowanie odporności w Polsce ma coraz szerszy zasięg, najczęściej spotykane jest w uprawie pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego, ale także w rzepaku ozimym. Problem odporności na herbicydy dotyczy głównie takich gatunków, jak: **miotła zbożowa i wyczyniec polny, owies głuchy,**

a z dwuliściennych – chaber bławatek. **Wykaz substancji czynnych przeznaczonych do zwalczania miotły i chabra uwzględniających zagrożenie odpornością przedstawiają tabele 35 i 36.** W przypadku miotły zbożowej mamy do czynienia z odpornością głównie na herbicydy z grupy inhibitorów ALS, takich jak np. chlorosulfuron, jodosulfuron, mezosulfuron, sulfosulfuron. Wzrasta również skala odporności miotły zbożowej na herbicydy z grupy inhibitorów karboksylazy acetylokoenzymu A (ACCazy) – fenoksaprop-P-etylu i pinoksaden. Natomiast odporność chabra bławatka dotyczy głównie substancji chlorosulfuron i tribenuron (inhibitory enzymu ALS).

Przyczyny powstawania odporności zależą od wielu czynników, które często ze sobą współdziałają, np. od doboru herbicydów, ich właściwości, częstotliwości stosowania, biologii chwastów oraz działalności człowieka. Jako dwa główne powody powstawania odporności podaje się: wykonywanie zabiegów odchwaszczających herbicydami reprezentującymi tę samą grupę chemiczną (ten sam mechanizm działania) oraz brak zmianowania.

Rozpoznawanie uodpornionych chwastów na herbicydy w warunkach polowych

Głównym przejawem powstawania odporności jest spadek skuteczności zabiegów herbicydowych. Należy jednak zwrócić uwagę, że 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.

Prostymi wskaźnikami świadczącymi o dużym ryzyku pojawienia się chwastów odpornych na plantacji mogą być następujące fakty:

- mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji;
- miejscem występowania tych skupisk chwastów nie są obrzeża pól lecz rożne fragmenty plantacji;
- pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany środek najczęściej zostały zniszczone,
- z historii pola wynika stopniowe pogarszanie efektywności stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku;
- na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania;
- na okolicznych sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd, herbicydy z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania.

Ograniczanie zjawiska uodporniania się chwastów na herbicydy i strategia przeciwdziałania

Najskuteczniejszym narzędziem zapobiegającym i eliminującym powstawanie odpornych chwastów jest stosowanie tradycyjnej agrotechniki, z uwzględnieniem odpowiedniego zmianowania oraz wykonywanie zabiegów odchwaszczających z użyciem herbicydów opartych na różnych substancjach czynnych, najlepiej z różnych grup chemicznych o innym mechanizmie działania.

Nieprawidłowy płodozmian lub znaczne jego ograniczenie na rzecz np. dużego udziału zbóż ozimych lub stosowanie uproszczeń zabiegowych (np. brak orki głębokiej), sprzyjają wyselekcjonowaniu osobników odpornych na herbicydy. Systematyczny wzrost zachwaszczenia tylko niektórymi gatunkami chwastów oraz spadek skuteczności chwastobójczej stosowanych środków powinien być podstawą do podjęcia odpowiednich kroków zaradczych. Jeśli zabiegi chwastobójcze wykonywano poprawnie (np. właściwe: termin zabiegu, faza rozwojowa, dawka środka, sprawna aparatura zabiegowa), ale mimo to efekt zwalczania dominujących gatunków (bądź gatunku) był słaby, to należałoby sprawdzić substancję czynną stosowanego środka i w najbliższym sezonie na polu nie stosować herbicydów, zawierających ją w swym składzie. Takie działanie nie zawsze może być wystarczające, gdyż często dany gatunek chwastu uodpornił się na kilka herbicydów z tej samej grupy chemicznej (np. sylfonylomoczniki – odporność krzyżowa). Wówczas jedynie stosowanie herbicydu o innym mechanizmie działania powinno dać pozytywne rezultaty.

Ważnym elementem strategii skutecznej ochrony upraw przed chwastami w zbożach ozimych jest jesienne wykonywanie zabiegów. Zabiegi chemiczne należy wykonywać w optymalnym terminie, dostosowanym do warunków glebowych i klimatycznych, tak aby wykorzystać chwastobójcze działanie herbicydów w sposób optymalny. Uciążliwe gatunki najlepiej zwalczać w zabiegach doglebowych i wczesnonalistnych (w fazie 2–3 liści), a późniejsza aplikacja w fazie rozkrzewiania się może być mniej skuteczna. Opóźniające się lub nierównomierne wschody chwastów w sezonie powodują konieczność wykonania niekiedy dwóch oddzielnych zabiegów chwastobójczych. W sytuacji dużego ryzyka uodporniania się chwastów może zachodzić konieczność wykonania uzupełniającego zabiegu wiosennego, ale już środkiem o innym mechanizmie działania.

Na stanowiskach potencjalnie zagrożonych odpornością prostą lub krzyżową (na pojedynczą substancję lub więcej niż jedną substancję czynną z tej samej grupy chemicznej), efekt zmiany grupy środków chwastobójczych powinien dać pozytywne rezultaty.

Skutecznym elementem ograniczania występowania odpornych chwastów może być stosowanie zbiornikowych mieszanin herbicydów, mających w swym składzie środki o różnym mechanizmie działania. W przypadku wystąpienia na

traktowanym polu uodpornionych chwastów na pojedynczy środek efekt chwastobójczy może być nadal bardzo wysoki, gdyż chwasty wystawione są na działanie kilku różnych substancji czynnych. Aby zminimalizować ryzyko rozwoju odporności na herbicydy należy w systemie zwalczania chwastów uwzględnić zabiegi mechaniczne lub stosowanie herbicydów nieselektywnych przed wschodami rośliny uprawnej.

Ważnym i efektywnym działaniem w walce z groźnymi i silnie rozprzestrzeniającymi się gatunkami chwastów są integrowane systemy ochrony (właściwa agrotechnika, płodozmian, ochrona niechemiczna), w których liczba zabiegów herbicydowych ograniczona jest do uzasadnionego ekonomicznie minimum. W tabeli 37 podano główne zasady określania ryzyka powstawania oporności chwastów na herbicydy. Znając główne czynniki warunkujące powstawanie tego zjawiska można w dużym stopniu przeciwdziałać lub zmniejszyć to ryzyko. Bardzo pomocna może być także wiedza na temat mechanizmów działania herbicydów, stąd też przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel klasyfikujących herbicydy wg mechanizmu działania. Informacje dotyczące przynależności poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych i mechanizmów działania podano w tabeli 38.

Tabela 34. Lista gatunków chwastów, rok wpisania na listę i grupa chemiczna herbicydów, na które stwierdzono występowanie odporności w Polsce (stan na koniec 2015 r.)

Odporność chwastów na herbicydy w Polsce (lista HRAC)		
Gatunek	**rok**	**Mechanizm działania (grupa chemiczna)***
Przymiotno kanadyjskie (*Coryza canadensis*)	1983	inhibitory fotosystemu II (C1)
Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)	1984	inhibitory fotosystemu II (C1)
Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*)	1991	inhibitory fotosystemu II (C1)
Komosa biała (*Chenopodium album*)	1991	inhibitory fotosystemu II (C1)
Palusznik krwawy (*Digitaria sanguinalis*)	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Wierzbownica gruczołowata (*Epilobium ciliatum*)	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)

Tabela 34. Lista gatunków chwastów, rok wpisania na listę i grupa chemiczna herbicydów, na które stwierdzono występowanie odporności w Polsce (stan na koniec 2015 r.) - cd.

Psianka czarna (*Solanum nigrum*)	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Przymiotno kanadyjskie (*Coryza canadensis*)	2000	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa (*Apera spica-venti*)	2005	inhibitory enzymu ALS (B)
Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*)	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa (*Apera spica-venti*)	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Chaber bławatek (*Centaurea cyanus*)	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Przymiotno kanadyjskie (*Coryza canadensis*)	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa (*Apera spica-venti*)	2011	odporność wielokrotna na inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*)	2011	inhibitory ACCazy (A)
Owies głuchy (*Avena fatua*)	2011	inhibitory ACCazy (A)
Owies głuchy (*Avena fatua*)	2011	inhibitory ALS (B)
Owies głuchy (*Avena fatua*)	2011	odporność wielokrotna na 2 mechanizmy działania: inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Miotła zbożowa (*Apera spica-venti*)	2012	inhibitory fotosystemu II (C2) (pochodne mocznika)
Chaber bławatek (*Centaurea cyanus*)	2012	syntetyczne auksyny (O)
Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*)	2012	odporność wielokrotna na 2 mechanizmy działania: inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Maruna nadmorska bezwonna (*Tripleurospermum maritimum subsp. inodora*)	2014	inhibitory ALS (B)
Mak polny (*Papaver rhoeas*)	2014	inhibitory ALS (B)
Rumianek pospolity (*Matricaria chamomilla*)	2014	inhibitory ALS (B)

*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

Tabela 35. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania chabra bławatka wg mechanizmu działania i ryzyko uodporniania się chabra na substancje czynne w Polsce

Mechanizmy działania	Grupa wg HRAC*	Substancje czynne herbicydów	Zagrożenie uodpornianiem się na wybraną substancje czynną
Inhibitory enzymu ALS (m.in. sylfonylomoczniki i trizolopirymidyny)	B	chlorosulfuron florasulam tribenuron metosulam	wysokie/ bardzo wysokie średnie wysokie/ bardzo wysokie średnie
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C2 C3	chlorotoluron bentazon	niskie/średnie niskie
Syntetyczne auksyny	O	chlopyralid dikamba fluroksypyr	niskie niskie niskie

*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

Tabela 36. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania miotły zbożowej wg mechanizmu działania i ryzyko uodporniania się miotły na substancje czynne w Polsce

Mechanizmy działania	Grupa wg HRAC*	Substancje czynne herbicydów	Zagrożenie uodpornianiem się na wybraną substancje czynną
Inhibitory karboksylazy acetylokoenzymu A (ACCazy) (graminicydy)	A	fenoksaprop pinoksaden	średnie średnie
Inhibitory enzymu ALS (m.in. sylfonylomoczniki)	B	chlorosulfuron flupyrsulfuron jodosulfuron mezosulfuron piroksysulam propoksykarbazon sulfosulfuron tifensulfuron	wysokie/ bardzo wysokie wysokie wysokie/bardzo wysokie wysokie/bardzo wysokie wysokie wysokie wysokie/ bardzo wysokie wysokie
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C1 C2	metrybuzyna chlorotoluron izoproturon	niskie niskie niskie
Inhibitory syntezy barwników	F1	diflufenikan beflubutamid	niskie niskie

Tabela 36. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania miotły zbożowej wg mechanizmu działania i ryzyko uodporniania się miotły na substancje czynne w Polsce – cd.

Inhibitory tworzenia mikrotubuli	K1	pendimetalina	niskie
Inhibitory biosyntezy kwasów tłuszczowych o długich łańcuchach	K3	flufenacet	niskie/bardzo niskie

*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

Tabela 37. Ocena ryzyka powstawania odporności na herbicydy

Opcje technologiczne	**Poziom ryzyka występowania odporności**		
	niski	**średni**	**wysoki**
Rotacja lub stosowanie mieszanin herbicydów	więcej niż 2 mechanizmy działania	2 mechanizmy działania	1 mechanizm działania
System zwalczania chwastów	uprawowy, zabiegi mechaniczne lub chemiczne	uprawowy i zabiegi chemiczne	tylko chemiczny
Stosowanie herbicydów o tym samym mechanizmie działania przez kilka sezonów	jednokrotnie	więcej niż 1 raz	wielokrotnie
Zmianowanie roślin	pełna rotacja	ograniczona rotacja	brak rotacji – monokultura
Stan zachwaszczenia na polu	niski	średni	wysoki
Zwalczanie chwastów w ostatnich 3 latach	skuteczne	średnie	słabe

*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

Tabela 38. Przynależność poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych

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
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
		sulfonyloaminokarbonylo-triazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam

Tabela 38. Przynależność poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych – cd.

Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfiynogenowej (PPO)	E	dwufenyloetery	bifenoks oksyflurofen
		fenylopyrazole	pyraflufen etylu
		triazolinony	karfentrazon
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

Tabela 38. Cd.

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

Źródło: na podstawie opracowania HRAC (Herbicicle Resistance Action Comittee)
*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

7.2. Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Zjawisko odporności agrofagów na środki ochrony roślin polega na selekcjonowaniu genotypów, w ramach tego samego gatunku, posiadających lub wykształcających mechanizmy pozwalające na przeżycie i rozmnażanie się w warunkach zastosowania chemicznych środków ochrony roślin, kiedy to pozostałe genotypy tego gatunku giną. Jest więc odporność czymś innym niż tolerancja lub niewrażliwość polegająca na zdolności do przeżywania i rozmnażania się gatunku agrofaga przy zastosowaniu środka ochrony roślin działającego śmiertelnie na inny gatunek. Na tych zjawiskach opiera się selektywność działania środków ochrony roślin, co ma duże znaczenie dla ochrony organizmów niepodlegających zwalczaniu. Najlepszym widocznym przykładem jest działanie w ochronie roślin herbicydów na niektóre gatunki chwastów, przy jednoczesnej niewrażliwości lub tolerancji chronionej rośliny. Podobnie, znane są substancje czynne insektycydów, zabójcze dla niektórych gatunków szkodników, a tolerowane przez pszczołę miodną. Presja selekcyjna środków ochrony roślin, w różnym tempie (mierzonym często liczbą pokoleń), działa więc kierunkowo – zawsze w stronę wykształcania odporności. Proces ten, podobny do przyspieszonej ewolucji, dotyczy wszystkich żywych organizmów: od bakterii powszechnie opornych dziś na antybiotyki, poprzez sporowce, nicienie, owady, roztocze, patogeniczne grzyby, chwasty i zwierzęta wyższe. Tempo narastania odporności wśród różnych gatunków agrofagów jest trudne do przewidzenia, ponieważ uzależnione jest wie-

loma czynnikami, głównie związanymi z genetyką zwalczanego gatunku, jego biologią oraz z warunkami aplikacji środka ochrony roślin. Patrząc jednak na liczbę gatunków, wśród których stwierdzono i udokumentowano naukowo to zjawisko, pierwszeństwo należy przyznać stawonogom – owadom i roztoczom (około 500 gatunków). Drugie miejsce zajmują patogeniczne grzyby, wśród których występuje ponad 100 gatunków odpornych na fungicydy, a następnie kilkadziesiąt gatunków chwastów i nicieni.

Problemy, jakie występują następczo po wykształceniu odporności przez agrofagi, to przede wszystkim straty ekonomiczne w rolnictwie i przemyśle chemicznym, jak również zwiększone zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Zjawisko to napędza wyścig zbrojeń, polegający na stałym poszukiwaniu i wdrażaniu nowych środków ochrony roślin. W dniu dzisiejszym jest to trudne i kosztowne działanie ze względu na prawne uwarunkowania, które mają na celu ochronę środowiska i konsumenta produktów rolnych.

Strategie zapobiegania i sterowania odpornością agrofagów na środki ochrony roślin opierają się, między innymi, na znajomości farmakologii substancji czynnych insektycydów, fungicydów, herbicydów i innych środków, ponieważ można je modyfikować. Są to na przykład takie cechy, jak: długotrwałość działania, forma użytkowa, struktura chemiczna, grupa chemiczna i sposób działania na organizm zwalczany. Z kolei czynniki wewnętrzne zwalczanego organizmu, takie jak na przykład częstotliwość występowania genów odporności, ich liczba, dominacja, przystosowanie genotypów odpornych, płodność czy zachowanie (u zwierząt) do niedawna uznawane były za czynniki poza zasięgiem działań człowieka. Obecnie, dzięki postępom nauk biologii molekularnej i biotechnologii, a także etologii i epigenetyki coraz częściej można również te czynniki modyfikować (rośliny transgeniczne, zmodyfikowane genetycznie bakterie, bakulowirusy, entomofagi, entomopatogenne grzyby i nicienie do produkcji bioinsektycydów)

Strategie przeciwdziałające narastaniu odporności mogą być różne, ponieważ uzależnia się je od wielu czynników. Na przykład w celu zachowania w zwalczanych chemicznie populacjach genotypów wrażliwych, zaleca się stosowanie obniżonych dawek pestycydów (w dniu dzisiejszym nie jest to polecana metoda), zmniejszenie częstotliwości wykonywanych zabiegów chemicznych, wybór substancji czynnych o krótkim okresie działania i trwałości w środowisku, pozostawianie fragmentów pól bez zabiegu i podejmowanie decyzji o wykonaniu zabiegu przy najwyższym poziomie progu szkodliwości (Malinowski 2003).

Innym przykładem jest działanie radykalne, którego celem jest całkowite wyeliminowanie ze zwalczanej populacji osobników odpornych. W tym przypadku stosuje się najwyższe dopuszczalne dawki pestycydów tak, aby nawet organizmy homozygotyczne, posiadające dominujące geny warunkujące odporność były niszczone. Metody radykalne zalecają też stosowanie mieszanin substancji czynnych oraz stosowanie synergetyków. Rolą synergetyków jest blokowanie

u zwalczanych organizmów mechanizmów warunkujących odporność (Malinowski 2003).

Istnieją wreszcie metody presji wielokierunkowej, która opiera się na różnych mechanizmach działania środków ochrony roślin na zwalczany organizm. Najbardziej popularną metodą zapobiegania odporności jest rotacja środków ochrony roślin o różnych mechanizmach działania i różnych sposobach wywoływania odporności (Korbas i wsp. 2017a). Tego rodzaju strategie, opracowane oddzielnie dla insektycydów, herbicydów i fungicydów, zalecane są w dniu dzisiejszym przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu, gdzie stale monitoruje się zjawisko odporności agrofagów (Kierzek i wsp. 2015; Korbas i wsp. 2015b; Węgorek i wsp. 2015b). Poniżej podano najważniejsze elementy ogólne tych strategii, uwzględniające zasady integrowanej ochrony roślin (Węgorek i wsp. 2015a):

1. Podstawową zasadą przeciwdziałania odporności jest w dniu dzisiejszym stały monitoring poziomu wrażliwości agrofagów na środki ochrony roślin.
2. Na tej samej uprawie zaleca się stosowanie określonej substancji czynnej tylko raz w sezonie wegetacyjnym. W miarę możliwości należy stosować rotację nie tylko substancji czynnych, ale przede wszystkim grup chemicznych o różnych mechanizmach działania.
3. Do przeprowadzenia zabiegu należy wybierać z danej grupy chemicznej substancje czynne o najwyższej skuteczności w stosunku do zwalczanego gatunku agrofaga.
4. W przypadku szkodliwych owadów, o ile w zwalczanej populacji stwierdzono odporność, do zwalczania nie zaleca się stosowania mieszanin substancji czynnych insektycydów, gdyż w sytuacji konieczności powtórzenia zabiegu zostaje ograniczona możliwość rotacji substancji o różnych mechanizmach działania.
5. Termin zabiegu należy dostosować do:
   - momentu przekroczenia przez agrofaga progu ekonomicznej szkodliwości lub w przypadku patogenów, prognozowanego pojawu choroby;
   - w przypadku owadów lub chwastów pojawienia się najbardziej wrażliwego na środek ochrony roślin stadium rozwojowego agrofaga;
   - wystąpienia najbardziej wrażliwej na uszkodzenia fazy rozwoju rośliny chronionej;
   - prognozy pogody (temperatura, wilgotność i nasłonecznienie, gdyż czynniki te modyfikują zarówno trwałość środka ochrony roślin, jak i tempo rozwoju i metabolizmu organizmu agrofaga);
   - najniższego ryzyka zatrucia gatunków organizmów pożytecznych.

6. Środki ochrony roślin należy stosować w dawkach zalecanych, zgodnie z etykietą. Zbyt niskie dawki (subletalne) selekcjonują szybko populację o średnim stopniu odporności, natomiast zbyt wysokie powodują wykształcenie odporności o stopniu bardzo silnym.
7. Zabiegi należy przeprowadzić odpowiednią, sprawną aparaturą. Należy pamiętać o optymalnym pH cieczy użytkowej i prawidłowym ciśnieniu cieczy.

W przypadku nieskuteczności zabiegu należy zwrócić się do doradcy rolniczego i określić jej przyczyny. Zabieg należy powtórzyć przy użyciu środka z innej grupy chemicznej, o innym mechanizmie działania. Jeżeli przyczyną nieskuteczności zabiegu jest odporność lokalnej populacji, należy bezwzględnie zrezygnować ze stosowania danej substancji czynnej, a w miarę możliwości również unikać innych środków o podobnym mechanizmie działania. O wystąpieniu odporności jakiegokolwiek gatunku zwalczanego organizmu należy powiadomić pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz Ośrodków Doradztwa Rolniczego, w celu określenia zakresu zjawiska i opracowania strategii przeciwdziałania.

Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, czyli, przede wszystkim stosować metody biologiczne i agronomiczne, ograniczając używanie środków chemicznych do bezwzględnego minimum. Wszystkie, niechemiczne działania ograniczające występowanie agrofagów, ograniczają jednocześnie ilość stosowanych środków chemicznych i ich presję selekcyjną w kierunku wykształcania odporności. Stosowanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin zostało w Polsce uregulowane przepisami ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455) oraz rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505).

7.3. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

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

Powtarzająca się uprawa na danym stanowisku tego samego gatunku, zwłaszcza w monokulturze, stwarza odpowiednie warunki do epidemicznego rozwoju

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

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

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

Substancje nieselektywne działające wielokierunkowo, zaburzają w komórkach grzybów jednocześnie wiele procesów, np. zakłócają procesy energetyczne regulowane wieloma genami. W tym przypadku ryzyko uodparniania się grzybów jest bardzo małe (Weber i Kryczyński 2010). Właściwości tych substancji są wykorzystywane miedzy innymi w realizowaniu strategii antyodpornościowej, czy do zwalczania odpornych form patogenów.

Zjawisko uodporniania się zwalczanych grzybów na substancje czynne, które wchodzą w skład środków grzybobójczych obserwowana jest w Polsce od wielu lat na uprawach roślin rolniczych zajmujących duże powierzchnie uprawy.

W uprawie pszenicy zarejestrowany jest szereg fungicydów, które charakteryzują się wysoką skutecznością ograniczania poszczególnych sprawców chorób. Ze względu na szerokie okno rejestracji fungicydy w uprawie pszenicy

mogą być stosowane od fazy krzewienia do fazy kłoszenia, a niekiedy do fazy dojrzałości wodnej ziarna. Często dzieję się tak, że te same substancje czynne stosowane są w terminie T1 (BBCH 29–32), terminie T2 (BBCH 39–49) oraz T3 (BBCH 55–65). Należy mieć zatem na uwadze, że w przypadku wielokrotnego powtarzania stosowania tych samych substancji czynnych może dojść do powstania zjawiska uodpornienia się grzybów chorobotwórczych na zastosowane s.cz. Jest to zjawisko o charakterze lokalnym, jednakże podobnie jak w przypadku stosowania herbicydów, zjawisko to obserwuje się na plantacjach pszenicy każdego roku.

Do najważniejszych chorób ograniczanych na plantacjach pszenicy zaliczyć należy septoriozę paskowaną pszenicy oraz łamliwość źdźbła, dla których prowadzone są badania pod kątem odporności grzybów na stosowane substancje czynne.

W przypadku łamliwości źdźbła sprawcą choroby są gatunki grzybów rodzaju Oculimacula (*O. yallundae*, *O. acuformis*). Sprawcy tej choroby zwalczani są od bardzo wielu lat w związku z tym niektóre substancje czynne nie są zalecane do jej zwalczania lub ze względu na zmiany o charakterze legislacyjnym zostały wycofane z użycia (np. karbendazym). Wysoką skutecznością charakteryzują się substancje czynne takie, jak: cyprodynil, prochloraz, metrafenon oraz substancje czynne z grupy triazoli. W celu zapobiegania ich uodparniania się zaleca się stosowanie mieszanin zbudowanych z dwóch lub trzech substancji czynnych należących do różnych grup chemicznych. Dzięki takiemu rozwiązaniu można uniknąć problemów z odpornością przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności zwalczania grzybów chorobotwórczych. Przykładem mieszanin wykazujących wysoką skuteczność jest połączenie substanji czynnych z grupy strobiluryn z triazolami. Również wysokie wyniki osiągane są przez wykorzystanie do zwalczania substancji czynnych z grupy SDHI (karboksyamidy) wraz z subatycjami z grupy triazoli, np. boskalid + epoksykonazol, fluksapyroksad + epoksykonazol, itd.

W przypadku septoriozy paskowanej liści pszenicy, której sprawcą jest grzyb *Zymoseptoria tritici* może on wykazywać odporność na zastosowane fungicydy zbudowane z s.cz. należących do grupy triazole. Odporność ta determinowana jest pojawieniem się genu CYP51. *Zymoseptoria tritici* należy do gatunków, które dość łatwo wykształcają odporność na stosowane substancje czynne fungicydów. Badania laboratoryjne wykazują, że zjawisko odporności występuje również w Polsce. Polega ono na niskiej skuteczności benzimidazoli w ograniczaniu wzrostu izolatów *Z. tritici.* W Polsce stwierdza się już od czasu do czasu odporność ww. sprawcy choroby na strobiluryny. Bardzo dobrze wzrost izolatów ograniczają substancje czynne z innych grup chemicznych, np. prochloraz, fenpropimorf czy cyprodynil, co daje możliwość ochrony roślin przed tą groźną chorobą. Nie notuje się odporności na substancje czynne z grupy SDHI

(karboksyamidy). Najlepiej te substancje czynne stosować w mieszaninie z innymi należącymi do grup chemicznych strobiluryn i triazoli. Wysoką skuteczność uzyskuje się również dzięki zastosowaniu mieszanin, takich jak: biksafen + fluopyram + protiokonazol, biksafen + protiokonazol, fluksapyroksad + epoksykonazol, fluksapyroksad + pyraklostrobina, izopirazam + epoksykonazol, pentiopyrad + chlorotalonil.

Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji czynnych do konkretnych grup określających mechanizm ich działania może znacznie przyczynić się do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku już występującej odporności, zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych. Tabela 39 przygotowana na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), 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 39. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee)

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

Tabela 39. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) – cd.

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
	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

Tabela 39. Cd.

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
	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

Tabela 39. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) – cd.

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

Źródło: na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee)

8. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH

Ziarno przechowywane w odpowiednich warunkach, w niskiej wilgotności względnej powietrza i niskiej temperaturze długo zachowuje swoją wartość siewną, konsumpcyjną, paszową i technologiczną. W ziarnie źle przechowywanym rozwija się mikroflora bakteryjno-grzybowa i pojawiają się szkodniki magazynowe. Takie ziarno szybko „psuje się" i staje się bezwartościowe (Trojanowska 2002).

Aby skutecznie wprowadzać integrowaną ochronę zmagazynowanego ziarna pszenicy należy poprawnie rozpoznawać gatunki szkodników magazynowych. Niezbędna jest także wiedza na temat ich biologii, dróg przedostawania się do magazynu, szkodliwości oraz możliwości ograniczania ich występowania i skutecznej eliminacji z wykorzystaniem wszystkich dostępnych metod (Nawrot 2001; Nawrot i Olejarski 2002).

8.1. Metody ochrony ziarna przed szkodnikami

Magazyn zbożowy jest miejscem szczególnym, w którym panują skrajnie odmienne warunki od tych w trakcie wegetacji polowej. Opracowanie integrowanych metod ochrony zgromadzonego ziarna, w tym ziarna pszenicy przed szkodnikami magazynowymi jest szczególnie trudne i wymaga pełnego zaangażowania ze strony personelu magazynu (Nawrot i Olejarski 2002).

W integrowanej ochronie przechowywanego ziarna pszenicy można wyróżnić trzy elementy składowe: zapobieganie (odpowiednia czystość magazynu, jego otoczenia i dostarczanego surowca); wczesne wykrywanie; skuteczne zwalczanie/efektywne ograniczanie liczebności szkodników.

Zapobieganie

Zapobieganie to odpowiednia profilaktyka zmierzająca do uniemożliwienia bądź zminimalizowania ryzyka przedostawania się szkodników magazynowych (owadów, roztoczy, gryzoni, ptaków) do magazynów. Przedostają się one do „czystego" magazynu i zbóż zwykle biernie wraz z zasiedlonym ziarnem, bądź na opakowaniach (worki, skrzynie itp.), maszynach, a także na ubraniach pracowników (Nawrot 2001). Niedoczyszczony po żniwach kombajn zbożowy może być także źródłem szkodników magazynowych w kolejnym roku.

Magazyn jak i jego otoczenie muszą być odpowiednio przygotowane do magazynowania ziarna. Teren wokół powinien być wolny od wszelkiej roślinności

(krzewy, drzewa itp.), podłoże wyrównane i utwardzone. Niedozwolone jest składowanie wokół magazynu różnych niepotrzebnych przedmiotów.

Przyziemie wokół budynku magazynowego powinno być wybetonowane bądź dobrze utwardzone. Magazyn powinien być wykonany z odpowiednich materiałów budowlanych, dobrze izolujących, które uniemożliwiają przenikanie wilgoci od fundamentów i z konstrukcji dachu. Budynek powinien być gryzonioodporny i ptakoodporny. Drzwi wejściowe szczelne i obite stalową blachą, a wszelkie otwory (wentylacyjne, kanalizacyjne itp.) zabezpieczone stalową siatką. W magazynach płaskich drzwi dodatkowo powinny być zabezpieczone kurtyną z plastikowych płatków, które ograniczają przedostawanie się szkodników. Ubytki w oszkleniu okien muszą być na bieżąco uzupełniane. Ściany i podłogi równe i gładkie. Wszelkie spękania powinny być wypełnione w sposób trwały. Magazyn musi mieć sprawny system wentylacyjny, podgrzewacz powietrza, odpowiedni system rozprowadzania powietrza w magazynowanej warstwie oraz urządzenia pomiarowo-kontrolne sprawdzające na bieżąco wilgotność i temperaturę ziarna. Niepotrzebne urządzenia muszą być usunięte, aby nie dawały schronienia szkodnikom, a wszystkie pozostałe znajdujące się wewnątrz magazynu muszą być sprawne i oczyszczone z kurzu i „starego" ziarna (Böye i wsp. 2006). Murowane ściany okresowo należy pobielić wapnem, co działa osuszająco i dezynfekująco, a wnętrze obiektu dobrze dosuszyć. Jeżeli w sezonie wcześniejszym występowały w magazynie szkodniki to profilaktycznie należy wykonać zabieg zwalczania środkami chemicznymi. Zabieg taki wykonuje się zarówno w magazynach płaskich, jak i silosach. W tym celu ściany, elementy konstrukcyjne i podłogę najlepiej opryskać środkiem kontaktowym, po czym „odpalić" świecę Actellic 20 FU. Wydobywający się dym skutecznie paraliżuje owady fruwające i ukryte. Spadając na opryskaną podłogę mają one przedłużony kontakt ze środkiem owadobójczym i są skutecznie eliminowane. Także zewnętrzne ściany magazynu można opryskać środkiem kontaktowym. Po zabiegu magazyn na kilka dni należy szczelnie zamknąć, po czym otworzyć i dobrze przewietrzyć. Następnie wnętrze pozamiatać usuwając zanieczyszczenia i martwe szkodniki, które powinno się w miarę możliwości oznaczyć do gatunku, a wynik takiej obserwacji zapisać. Jeżeli nie stwierdzano szkodników można poprzestać tylko na dokładnym sprzątaniu i bieleniu ścian wapnem.

Należy prowadzić ciągłe zapisy wszystkich wykrywanych szkodników w magazynie (data, miejsce, gatunek, liczebność itd.) oraz wszelkich zabiegów zwalczania szkodników i stosowanych środków ochrony roślin (ś.o.r.). Z wnętrza magazynu i z jego otoczenia na bieżąco należy sprzątać rozsypane ziarno, aby nie zwabiało szkodników i nie stanowiło dla nich źródła pożywienia.

Nie należy wpuszczać do magazynu kotów. Wprawdzie skutecznie odstraszają gryzonie, ale jednocześnie rozsypują i rozdeptują ziarno, zanieczyszczają je wydalinami, sierścią itp. Ich obecność wokół pomieszczeń magazynowych jest jak

najbardziej wskazana, chociaż prowadzić może do zwiększonej czujności i mobilności ewentualnych gryzoni.

Nie należy magazynować ziarna starego razem z ziarnem świeżo zebranym. Szkodniki dobrze wyczuwają takie ziarno (intensywny zapach, wyższa wilgotność itp.), chętnie przedostają się do niego i szybko je zasiedlają. Przed załadunkiem do magazynu świeżego ziarna należy dokładnie usunąć z niego pozostałości ziarna z ubiegłego sezonu. Jeżeli jest ono wolne od szkodników najlepiej je ześrutować i przeznaczyć w krótkim czasie na paszę dla zwierząt gospodarskich (Olejarski 2005a, b).

Należy dokładnie zamieść magazyn (ściany, podłoga, elementy konstrukcyjne) i usunąć widoczne pajęczyny. Jeżeli to możliwe należy użyć odkurzacza, aby oczyścić miejsca trudno dostępne (szczeliny, miejsca pod maszynami itp.). Pozostawiony kurz i zanieczyszczenia pochłaniają stosowane ś.o.r., obniżają ich skuteczność i umożliwiają przeżycie ukrytym w nich szkodnikom.

Wszelkie zebrane w trakcie sprzątania magazynu zanieczyszczenia należy spalić lub zakopać, zalewając uprzednio roztworem wapna (Olejarski 2005a, b).

Wczesne wykrywanie szkodników

Im wcześniej wykryje się szkodniki, tym większa szansa na ograniczenie strat do minimum. W tym celu należy stosować w magazynie zbożowym pustym jak i zapełnionym ziarnem odpowiednie urządzenia do monitoringu obecności różnych szkodników.

Do wykrywania motyli magazynowych stosuje się pułapki feromonowe. Mogą one mieć kształt plastikowych pojemników (np. Lejkowa pułapka na mkliki), kartonikowych pudełek (SP Lokator Pułapka na mkliki) czy pasków/taśm z powierzchnią klejącą (np. Ferokap EP). Znajdujący się w pułapkach dyspenser feromonowy przywabia motyle magazynowe popularnie zwane molami. Pułapki te umieszcza się na wysokości do 2 m od powierzchni podłogi czy pryzmy ziarna, w miejscach, gdzie możliwe jest swobodne rozchodzenie się feromonu w pomieszczeniu. Nie umieszcza się ich nad ciągami komunikacyjnym, ani blisko ścian, otworów wentylacyjnych, okiennych i drzwiowych, aby nie zwabiały motyli z zewnątrz. Pułapki feromonowe mogą „emitować" feromon do około 3 miesięcy. Zgodnie z zaleceniami producenta feromon lub pułapkę należy okresowo wymieniać.

Pułapki feromonowe są bardzo czułe. Zwabiają motyle z kilkudziesięciu m^2 powierzchni magazynu (lub od 100 do 600 m^3). Niestety wykrywają tylko obecność samców motyli.

Do wykrywania obecności szkodliwych chrząszczy stosuje się pułapki w kształcie rurek o perforowanych ściankach (np. Probe Trap), czy lejkowatych pojemników z perforowanymi wieczkami (np. Pitfall Trap). Umieszcza się je w pryzmie ziarna krzyżowo, co 5–6 m i na różnej głębokości – tuż przy powierzchni pryzmy

lub kilkadziesiąt cm w głąb. Przez otworki w pułapkach wpadają do wnętrza szkodniki poruszające się w przestrzeniach międzyziarnowych.

W magazynach płaskich wykłada się pułapki chwytne z perforowanym wieczkiem (np. PC Floor Trap), lub papierowe z powierzchnią klejącą (np. Window Trap na trojszyki). Umieszcza się je krzyżowo w odstępach, co 4–5 m. W celu zwiększenia efektu zwabiania szkodników wkłada się do nich specjalny atraktant, wymieniając go, co miesiąc na nowy. Stosowane pułapki chwytne są bezpieczne dla ludzi, zwierząt i zmagazynowanego ziarna. Stała i systematyczna kontrola obecności i liczebności szkodników złapanych w takich pułapkach umożliwia ocenę stanu zagrożenia i powinna być podstawą przy podejmowaniu decyzji o ewentualnym zwalczaniu wykrytych szkodników (Rajendran 2005; Neethirajan i wsp. 2007; Nawrot i Olejarski 2007).

W celu monitoringu obecności gryzoni, w magazynach i w ich otoczeniu umieszcza się na zewnątrz w kilku strefach karmniki deratyzacyjne z odpowiednią trutką, zwykle w odległości 15–30 m jedna od drugiej. W magazynach płaskich umieszcza się łapki i pułapki żywołowne. Okresowo należy je sprawdzać, usuwać złapane w nich gryzonie i uzupełniać trutkę. W celu szybkiego dotarcia do wyłożonych w magazynie i w jego otoczeniu pułapek miejsca ich lokalizacji należy nanieść na plan terenu i budynku (Böye i wsp. 2006).

W trakcie magazynowania zbóż należy prowadzić okresowe oględziny powierzchni pryzmy ziarna i pobierać próby do badań. W magazynach płaskich próby pobiera się przy pomocy zgłębników magazynowych. W silosach wykonuje się to w trakcie przesypywania ziarna z jednego silosu do drugiego. Próby pobiera się z wielu różnych miejsc i po zmieszaniu tylko około 1 kg przeznacza się do dalszych badań szczegółowych.

Badanie prób można wykonać w inspektoratach Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Pobrane ziarno można zbadać we własnym zakresie przesiewając na sicie o oczkach mniejszych niż ziarniaki. Próby dokładnie ogląda się w poszukiwaniu śladów żerowania szkodników i śladów ich obecności w postaci wylinek, odchodów, przędzy itp.

Wykrycie szkodników żerujących wewnątrz ziarniaków możliwe jest tylko w specjalistycznym laboratorium i takie badanie należy zlecić.

Zwalczanie/efektywne ograniczanie liczebności szkodników

Integrowana ochrona zmagazynowanego ziarna zbóż w tym ziarna pszenicy oparta jest na dążeniu do ograniczenia zużycia chemicznych środków ochrony roślin na rzecz innych bardziej ekologicznych metod ochrony w tym mechanicznych czy fizycznych (Nawrot i Olejarski 2002).

Szkodniki negatywnie reagują na przemieszczanie się masy ziarna. Okresowe przerzucanie go z jednego silosu do drugiego częściowo je eliminuje lub zaburza

ich rozwój. W trakcie takiego procesu uszkadzane są ciała szkodników i ścierana jest z ich powierzchni warstwa wosków chroniących je przed wysychaniem. Takie szkodniki nie żerują, nie kopulują i nie składają jaj bądź ograniczają te procesy. Zabieg taki dodatkowo napowietrza i przesusza masę ziarna oraz ogranicza jej zbrylanie, co także wpływa niekorzystnie na szkodniki. Jest to prosta metoda i może być wykonana praktycznie w każdym magazynie, chociaż wymaga znacznych nakładów pracy. Zbyt często i intensywnie wykonywana może jednak prowadzić do mechanicznych uszkodzeń ziarniaków.

Zmienne warunki atmosferyczne, procesy związane z pożniwnym „oddychaniem" ziarna, czy rozwój szkodników magazynowych mogą powodować miejscowy wzrost wilgotności ziarna (Nawrot 2001). Okresowe przedmuchiwanie suchym i chłodnym lub dosuszanie ciepłym powietrzem ziarna wyrównuje i obniża jego wilgotność do bezpiecznych wartości. Zabieg taki oddziaływuje również niekorzystnie na różne szkodniki magazynowe. Wysoka temperatura wytwarzana w suszarkach eliminuje owady znajdujące się w ziarnie. Szczególnie wrażliwe są roztocze, które szybko giną w niskiej wilgotności powietrza.

8.2. Chemiczna ochrona przed szkodnikami magazynowymi

Najskuteczniejszą metodą zwalczania szkodników magazynowych (głównie owadów i roztoczy) zasiedlających zmagazynowane ziarno pszenicy jest metoda chemiczna. Największą jej zaletą jest szybkość działania i szerokie spektrum zwalczanych szkodników.

Stosowanie środków chemicznych powinno być jednak przemyślane, ponieważ użyte w magazynie, głównie środki kontaktowe podlegają znacznie wolniejszym procesom biodegradacji niż w warunkach polowych. Zmagazynowane ziarno ma spowolnione procesy życiowe, co ogranicza biologiczne metabolizowanie zastosowanych środków chemicznych. Użyte więc niewłaściwie lub w nadmiarze środki na długi czas mogą pozostawać w ziarnie powodując jego skażenie (Nawrot 2001).

Wybór środka ochrony roślin w magazynach zbożowych

W magazynach zbożowych stosuje się do ochrony ziarna jak i pustych magazynów kontaktowe i gazowe środki ochrony roślin.

Środki kontaktowe tzw. protektanty zaliczone są do grupy środków szkodliwych i można nimi wykonać zabiegi we własnym zakresie. Działają stopniowo, zabezpieczając magazyn i ziarno na długi czas. Stosuje się je na ziarno tylko w trakcie jego przemieszczania w systemie transportowym magazynu. Pod żadnym pozorem nie wolno nimi zabezpieczać nieruchomej powierzchni pryzmy ziarna. Prowadzi to, bowiem do miejscowego, nadmiernego kumulowania się środka i skażenia ziarna.

Zabiegi środkami kontaktowymi wykonywane są zwykle profilaktycznie w celu zabezpieczenia ziarna w trakcie zasypywania do magazynu, przy założeniu dłuższego składowania. Polegają one na dokładnym opryskaniu/zaprawianiu ziarna środkiem ochrony. Należy do tego celu użyć sprawnego opryskiwacza wyposażonego w rozpylacz wytwarzający bardzo drobne krople. Należy pamiętać, iż zabieg ten wprowadza pewną ilość wody do ziarna, co zwiększa jego wilgotność i może prowadzić do przekroczenia poziomu bezpiecznego dla przechowywania.

Środki gazowe tzw. fumiganty zaliczone są do grupy środków bardzo toksycznych i toksycznych. Zabiegi z ich użyciem mogą wykonywać tylko przeszkoleni pracownicy zakładów DDD (Dezynfekcja, Dezynsekcja, Deratyzacja). Wymagana jest odpowiednia (około 15 m) izolacja przestrzenna od pomieszczeń, w których przebywają ludzie i zwierzęta. Pomieszczenia fumigowane muszą być szczelne bądź odpowiednio doszczelnione. Środki te stwarzają potencjalne ryzyko zapłonu, a nawet wybuchu (Böye i wsp. 2006). Działają bardzo szybko zwalczając wszystkie szkodniki, w tym gryzonie znajdujące się w gazowanym obiekcie. Niestety po odwietrzeniu magazynu i ziarna, ziarno i obiekt narażone są na ponowne przedostawanie się i żerowanie szkodników. Ze względu na szybkość działania zabiegi środkami do gazowania wykonywane są interwencyjnie po stwierdzeniu licznego występowania gatunków, które eliminuje tylko ten zabieg (np. larwy wołków, skośnika zbożowiaczka, kapturnika zbożowca).

Chemiczne środki ochrony roślin w magazynach można stosować praktycznie w ciągu całego roku bez względu na panujące na zewnątrz warunki atmosferyczne. Nie ma też ryzyka zatrucia owadów zapylających, bo te wewnątrz magazynów nie występują.

Bezpieczne stosowanie środków ochrony roślin w magazynach

Chemiczne środki ochrony roślin stosowane w magazynach zbożowych nie są obojętne dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska naturalnego. Stosowanie ich w pomieszczeniach niesie za sobą zwiększone ryzyko zatrucia, a nawet śmierci wykonującego zabieg i osób postronnych. W pomieszczeniach ograniczony jest swobodny przepływ powietrza i w trakcie zabiegu wykonujący narażony jest na oddziaływanie wyższych, szkodliwych stężeń stosowanego środka w powietrzu, inaczej niż to jest w warunkach polowych. W warunkach tych konieczne jest więc stosowanie odpowiednich środków ochrony osobistej (Nawrot 2001; Böye i wsp. 2006).

Progi ekonomicznej szkodliwości

Jak dotąd nie opracowano progów ekonomicznej szkodliwości poszczególnych gatunków szkodników magazynowych. Wydaje się to też mało prawdopodobne w najbliższej przyszłości. W magazynach zbożowych praktycznie każda liczeb-

ność szkodnika jakiegoś gatunku stanowi potencjalne zagrożenie dla zmagazynowanego ziarna. Potencjał rozrodczy szkodników magazynowych jest bardzo duży.

Próg ekonomicznej szkodliwości to taka ilość szkodnika danego gatunku, która powoduje straty przewyższające koszty ponoszone na ochronę. Podstawowym kryterium, jakie powinno się, więc uwzględniać przy podejmowaniu decyzji o zwalczaniu jest czas magazynowania. Im dłużej, bowiem przechowywane będzie ziarno, tym ryzyko strat ze strony szkodników będzie większe.

8.3. Straty powodowane przez szkodniki magazynowe

Wszystkie szkodniki magazynowe powodują dwojakiego rodzaju straty przechowywanego ziarna: **bezpośrednie i pośrednie**.

Straty bezpośrednie to ubytek ziarna spowodowany żerowaniem szkodników. Straty pośrednie to przede wszystkim zanieczyszczanie ziarna wydalinami, różnymi wydzielinami, oprzędami, wylinkami, włoskami, szczecinkami, piórami i martwymi osobnikami. Skarmianie zanieczyszczonym ziarnem może powodować zadławienia, choroby, a nawet upadki zwierząt hodowlanych. W miejscach występowania szkodników stopniowo wzrasta wilgotność i temperatura, co sprzyja rozwojowi grzybów pleśniowych. Zachodzą niekorzystne zmiany i następuje psucie się ziarna. Wędrujące szkodniki roznoszą zarodniki grzybów w inne „zdrowe" miejsca. W wyniku ich żerowania powstają duże ilości pyłu, który szczelnie wypełnia przestrzenie międzyziarnowe i utrudnia bądź uniemożliwia swobodny przepływ powietrza przez masę ziarna. Prowadzi to do wzrostu wilgotności przechowywanych zbóż. W skrajnych przypadkach ziarno zostaje całkowicie zjedzone lub zniszczone (Nawrot 2001; Olejarski 2005b).

8.4. Integrowana ochrona magazynów a występowanie grzybów

Aby bezpiecznie przechować ziarno, które może być przeznaczone na mąkę, paszę czy inne cele trzeba zadbać o to aby jego wilgotność w czasie przechowywania nie przekraczała 15%. Przekroczenie tej wilgotności powoduje wzrost aktywności ziarna. Gdy na powierzchni ziarna lub pod okrywą owocowonasienną ziarniaka znajdują się grzyby chorobotwórcze lub przechowalniane, to następuje ich niekontrolowany rozwój. Na rozwój grzybów ma też wpływ wilgotność względna powietrza i temperatura składowania ziarna.

Podczas składowania ziarna następuje pocenie się ziarna. Jest to niebezpieczne, bo prowadzi do zwiększenia wilgotności względnej powietrza w przestrzeniach między ziarnem, co prowadzi do rozwoju grzybów rodzaju *Fusarium*, *Penicillium* i *Aspergillus*, a także bakterii. Grzyby te wytwarzają mikotoksyny, które są trujące dla ludzi i zwierząt. Aby nie dochodziło do tego składowane ziarno można suszyć stosując wymuszony przepływ zimnego powietrza.

W trakcie przechowywania ziarna należy monitorować jego wilgotność, wilgotność względną, stopień rozwoju grzybów (ocena laboratoryjna przy użyciu mikroskopu i ocena organoleptyczna). Przy prawidłowej ochronie pszenicy w czasie wegetacji, a zwłaszcza przy zabiegach na kłos można zmniejszyć obecność wielu grzybów, a w szczególności rodzaju *Fusarium*, co przyczynia się do lepszego przechowywania takiego ziarna.

9. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

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

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

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

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

Wśród pasożytów, które w naturalny sposób ograniczają populacje organizmów szkodliwych w uprawie pszenicy są pasożytnicze błonkówki, głównie z rodzin męczelkowatych, gąsienicznikowatych i bleskotkowatych (fot. 41). Błonkówki te są parazytoidami wielu gatunków szkodliwych, między innymi gąsienic różnych motyli, chrząszczy, a także muchówek (np. poczwarek śmietek czy jaj skrzypionek). W ograniczaniu populacji mszyc: czeremchowo-zbożowej, zbożowej czy różano-zbożowej mają znaczenie pasożytnicze błonkówki z rodziny mszycarzowatych (*Aphidius* spp.). Samice pasożytniczych błonkówek składają jaja pojedynczo do ciała larwy mszycy. Rozwój larwy parazytoida przebiega w całości wewnątrz ciała ofiary, która zamiera, a postać dorosła po przepoczwarczeniu wydostaje się na zewnątrz przez otwór wygryziony w grzbietowej części ciała mszycy. Mszyce tracą woskowy nalot, ich ciało staje się matowe i przekształca się w tzw. mumię (fot. 42). Bardzo ważną rolę w ograniczaniu populacji szkodników w uprawie pszenicy mogą odgrywać także pasożytnicze muchówki z rodziny rączycowatych. Muchówki z tej rodziny swoim wyglądem przypominają muchę domową, lecz są od niej większe, bardziej krępe i pokryte szczecinkami (fot. 43). Samice przy pomocy pokładełka składają jaja bezpośrednio do ciała żywiciela, na jego powierzchnię, na roślinę lub do gleby. Wylęgające się na zewnątrz larwy wchodzą do ciała owada-żywiciela. Po zakończeniu rozwoju dorosłe larwy rączyc wychodzą z ciała gospodarza, który w wyniku uszkodzenia większości tkanek oraz utraty hemolimfy ginie w czasie tego procesu. Spasożytowane przez tę grupę mogą być zarówno gąsienice wielu szkodliwych motyli, larwy błonkówek, muchówek, pluskwiaków, jak i chrząszczy (np. pędraków). Samice, zanim rozpoczną składanie jaj, odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym z roślin uprawnych i dziko rosnących. Dlatego ważne jest posiadanie w sąsiedztwie takich enklaw, stanowiących bazę pokarmową dla tego parazytoida (Fiedler 2007).

Należy również pamiętać, że w środowisku glebowym, w sposób naturalny występuje wiele gatunków patogenicznych grzybów, bakterii, wirusów czy nicieni,

które w sprzyjających warunkach regulują liczebność populacji wielu gatunków szkodliwych. Grzyby owadobójcze występujące naturalnie w środowisku mogą wywołać epizoocje (masowe zamieranie szkodników) i zupełnie zredukować populacje szkodnika. Takim przykładem mogą być grzyby należące do rodziny owadomorków, które w sprzyjających warunkach (wysoka temperatura, wilgotność i duże nasilenie szkodnika) redukowały kolonie mszyc w całości na uprawie lub ograniczały populacje danego szkodnika, np. mszycy zbożowej. Z kolei w środowisku glebowym, takie gatunki grzybów owadobójczych, jak: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* czy *Metarhizium anisopliae* mogą redukować stadia glebowe szkodników. Nawet 30% populacji tych szkodników może być zredukowane przez grzyby owadobójcze w glebie podczas zimowania (Sosnowska 1997; Bałazy 2000). Ponadto nicienie – pasożyty roślin mogą być redukowane przez naturalnie występujące w środowisku grzyby nicieniobójcze. Takim przykładem może być guzak północny (*Meloidogyne hapla*), który w warunkach glebowych jest redukowany przez grzyby nicieniobójcze *Pochonia chlamydosporia* i *Paecilomyces lilacinus* (Sosnowska 2000; Sosnowska i wsp. 2001). Dlatego ważne jest, aby ze względu na naturalnie występujące organizmy pożyteczne w środowisku wspomagać ich działanie przez modyfikowanie krajobrazu rolniczego. Wykazano, że rozwojowi grzybów owadobójczych sprzyjają np. siedliska nadwodne, lasy, zadrzewienia, szuwary, łąki i uprawy wieloletnie oraz stosowanie nawozów organicznych, czy bezorkowy system uprawy gleby. Natomiast wysokie dawki nawozów mineralnych, intensywna agrotechnika, stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi ogranicza potencjał mikroorganizmów pożytecznych w glebie (Tkaczuk 2008).

W uprawie pszenicy ważnym od wielu lat problemem są ślimaki. Do zwalczania ślimaków można zastosować nicienie pasożytnicze, gatunek *Phasmarhabditis hemaphrodita*, które są dostępne w sprzedaży jako środki ślimakobójcze (moluskocydy), np. w preparacie Phasmarhabditis System (Kozłowski i Kozłowski 2003).

W przyrodzie najczęściej spotykaną naturalną formą zależności między organizmami żywymi jest drapieżnictwo. Najliczniejszą grupą mniej lub bardziej wyspecjalizowaną w drapieżnictwie są chrząszcze, głównie z rodzin: biegaczowatych (Carabidae) (fot. 44), trzyszczowate (Cicindelidae) (fot. 45), gnilikowate (Histeridae) (fot. 46), kusakowate (Staphylidae) (fot. 47), biedronkowate (Coccinellidae), omarlicowate (Sylphidae) i omomiłkowate (Cantharididae). Chrząszcze posiadają typowy gryzący aparat gębowy z silnie rozwiniętymi żuwaczkami służący do chwytania i zabijania ofiar. Chrząszcze do pełnego rozwoju potrzebują do kilkuset ofiar (zjadane są różne stadia rozwojowe owadów), jakkolwiek liczba ta zmienia się w zależności od rozmiarów ciała ofiary. Ważną rodziną pożytecznych chrząszczy są biegaczowate, wśród których tylko jeden gatunek jest szkodnikiem upraw rolniczych – łokaś garbatek, pozostałe gatunki będąc niewyspecjalizowanymi

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

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

niewielki dwumilimetrowy kusak, atakujący larwy, poczwarki i postacie dorosłe śmietek oraz innych muchówek. Rydzenica niszczy 20–30% poczwarek śmietki kiełkówki czy śmietki ozimówki, które są ważnymi szkodnikami w uprawie pszenicy (Ignatowicz i Olszak 1998). Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także na uprawie pszenicy są biedronkowate Coccinellidae. Na świecie opisanych jest już ok. 5 tysięcy biedronek. W naszym kraju zaś żyje ich ponad 70 gatunków. Największa rodzima biedronka, oczatka (*Anatis ocellata*), osiąga prawie 1 cm wielkości. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Biedronki są przede wszystkim ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach, zarówno larwy, jak i dorosłe osobniki są bardzo żarłoczne. Jedna larwa zjada w ciągu swego rozwoju około 600 mszyc, a owad dorosły likwiduje dziennie około 50 różnych stadiów szkodników (fot. 48, 49). W uprawie pszenicy biedronki pełnią ważną rolę przy redukowaniu liczebności jaj skrzypionek. Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Biedronki charakteryzują się dużą zdolnością reprodukcyjną, jednakże ich liczebność i rozmieszczenie w ostatnich latach w środowisku naturalnym zmniejsza się z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.), i skulik przędziorkowiec (*Stethorus punctillum* Ws.) (Pruszyński i Lipa 1970).

Owadami pożytecznymi są także drapieżne muchówki *Diptera*, głównie należące do rodziny bzygowate Syrphidae (fot. 50). Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym Syrphidae stanowią, potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Bzygowate mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżców. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo", stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice Syrphidae składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego 1 osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc. Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżne gatunki

reprezentujące rodziny: tasznikowate (Miridae), dziubałkowate (Anthocoridae) (fot. 51) oraz tarczówkowate (Pentatomidae). Używają one kłujki jako szpady do zabijania, a następnie wysysają swoje ofiary. Ich pokarmem są przędziorki, jaja owocówek i innych motyli, mszyc oraz wciornastków, np. wciornastka zbożowca, który jest ważnym szkodnikiem w uprawie pszenicy. W ciągu doby dziubałeczki potrafią wyssać 50 jaj przędziorków lub 7 larw mszycy czy wciornastków. Wśród dziubałeczków dużą rolę jako organizm pożyteczny odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L., ale istotne są także gatunki z rodziny tasznikowatych i zażartkowatych (Boczek i Lipa 1978).

Drapieżny tryb życia prowadzi również większość przedstawicieli sieciarek (Neuroptera), których larwy posiadają sierpowate żuwaczki przystosowane do wysysania innych owadów. Są to niewielkie o seledynowych, siateczkowatych skrzydłach owady, które często można spotkać pomiędzy framugami okien i w innych zacisznych kryjówkach. Przedstawicielem najczęściej spotykanym jest złotook pospolity (*Chrysoperla carnea*) (fot. 52, 53). Osobniki dorosłe odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym a larwy są drapieżne, atakują mszyce, małe gąsienice motyli i inne miękkie owady oraz jaja. Larwa złotooka zjada w ciągu dnia 20 mszyc lub ok. 300 przędziorków, a w ciągu całego życia ok. 600 mszyc, kilkaset jaj i innych stadiów rozwojowych owadów (Piątkowski 2001; Sosnowska i Fiedler 2013).

Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy skorki (Dermaptera) (fot. 54), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. piętnówki motyli sówkowatych. Z całą pewnością nie doceniamy również roli pająków w ograniczaniu liczebności wielu groźnych szkodników roślin. A wystarczy przyjrzeć się pajęczynom często występującym w uprawie rzepaku, gdzie można zobaczyć w sieci mszyce, pryszczarki, skoczki czy śmietki. W Polsce żyje około 700 gatunków pająków (fot. 55), wśród których najpospolitszym jest *Linyphia triangularis*, w którego sieciach stwierdzono ponad 150 różnych gatunków owadów. Są to jednak niewyspecjalizowani drapieżcy, którzy odławiają w swoje sieci te owady, których jest najwięcej w środowisku i które przypadkowo w nie wpadają, w tym również wrogów naturalnych. Niemniej można uznać także pająki za ważnego regulatora liczebności roślinożernych owadów (Wiech 1997, Wiech i wsp. 2001).

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

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

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

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

Fot. 41. Bleskotkowate – postać dorosła (fot. M. Tomalak)

Fot. 42. Spasożytowana mszyca – mumia (fot. M. Tomalak)

Fot. 43. Muchówka z rodziny rączycowatych (fot. M. Tomalak)

Fot. 44. Chrząszcz z rodziny biegaczowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 45. Trzyszcz piaskowy (*Cicindela hybrida*) (fot. M. Tomalak)

Fot. 46. Gnilik (*Hister helluo*) – osobnik dorosły (fot. M. Tomalak)

Fot. 47. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 48. Biedronka siedmiokropka (fot. K. Nijak)

Fot. 49. Larwa biedronki (fot. K. Nijak)

Fot. 50. Bzygowate (Syrphidae) – postać dorosła (fot. M. Tomalak)

Fot. 51. Drapieżny pluskwiak z rodziny dziubałkowatych (fot. Ż. Fiedler)

Fot. 52. Osobnik dorosły złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)

Fot. 53. Larwa złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)

Fot. 54. Skorek pospolity (*Forticula auricularia*) (fot. M. Tomalak)

Fot. 55. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*) (fot. K. Nijak)

10. OCHRONA ZAPYLACZY

Owady zapylające to przede wszystkim pszczoły, których na świecie występuje około 20–25 tys. gatunków. Dla większości ludzi termin pszczoły kojarzy się z pszczołą miodną, podczas gdy jest to tylko jeden gatunek wśród ponad 450 gatunków tych pożytecznych owadów występujących w Polsce (Banaszak 1987,1993; Michener 2007).

Roli pszczół jako zapylaczy nie sposób przecenić zarówno w środowisku naturalnym, jak i w produkcji roślinnej (fot. 56). Na świecie około 80% spośród wszystkich gatunków roślin jest owadopylna, a w uprawach rolniczych obecność zapylaczy często wpływa korzystnie na podwyższenie oraz na jakość plonu (Pruszyński 2007). Pszenica to roślina w dużej mierze samopylna stąd owady zapylające nie mają w procesie produkcji pszenicy większego znaczenia (Pruszyński 2009).

Należy jednak pamiętać, że w integrowanej ochronie dopuszcza się obecność chwastów w ilości, która nie ma wpływu na plonowanie pszenicy. W związku z tym trzeba uwzględnić sytuację, w której w łanie pszenicy bądź na jego obrzeżach mogą być kwitnące chwasty, na których mogą znajdować się owady

Fot. 56. Pszczoła miodna (fot. G. Pruszyński)

zapylające. Ponadto występujące w uprawie pszenicy mszyce produkują spadź, która działa wabiąco na pszczoły. Nad plantacjami pszenicy mogą też przelatywać pszczoły pomiędzy pasieką, czy miejscem gniazdowania a roślinami pożytkowymi, dostarczającymi nektar i pyłek. W takiej sytuacji pszczoły mogą odpoczywać na roślinach pszenicy lub przelatywać bezpośrednio nad roślinami, co w przypadku ochrony łanu, zwłaszcza środkami o działaniu gazowym może być fatalne w skutkach (Pruszyński 2009).

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, szczególnie w sposób nieprawidłowy, może być przyczyną powstania zagrożenia dla pszczół, a także innych owadów pożytecznych. Zatrucia pszczół środkami ochrony roślin notowano od początku chemicznej ochrony roślin, jednak największe problemy wystąpiły w latach 70. ubiegłego stulecia, gdy stopień wytruć rodzin pszczelich wynosił od 50 do 70% w skali kraju. W latach 80. nastąpiła poprawa, jednak procent zatrutych pasiek wahał się w granicach od 30 do 50%. W kolejnych latach miała miejsce dalsza poprawa, głównie dzięki świadomości znaczenia pszczół, poprawy przygotowania zawodowego wykonawców zabiegów, a także wprowadzenia odpowiednich aktów prawnych. W latach 90. zatruciom ulegało w Polsce od 5 do 20% rodzin pszczelich rocznie. Obecnie szacunkowe dane wskazują na około 1% zatrutych pni pszczelich rocznie w naszym kraju (Skubida 2007).

Najwięcej zatruć obserwuje się w Polsce podczas kwitnienia rzepaku, szczególnie w okresie zwalczania słodyszka rzepakowego oraz na plantacjach ziemniaków i zbóż, na których zwalcza się chwasty w fazie kwitnienia (Skubida 2007).

Należy jednak podkreślić, że o ile w czasach stosowania DDT i innych silnie toksycznych substancji, chemiczna ochrona roślin miała wpływ na ograniczanie populacji owadów pożytecznych, o tyle, zwłaszcza w ostatnich latach, badania wykazały brak istotnych różnic w liczebności i składzie gatunkowym owadów pożytecznych pomiędzy polami prawidłowo chronionymi chemicznie i pozbawionymi tej ochrony (Pruszyński i Pruszyński 2006).

Owady zapylające to szczególna grupa sprzymierzeńców człowieka, która wymaga szczególnej ochrony. W tym celu należy postępować według następujących zasad:

- zabiegi wykonywać tylko w przypadkach przekroczenia przez organizmy szkodliwe progów ekonomicznej szkodliwości i o ile to możliwe ograniczać zabiegi do pasów brzeżnych lub miejsc wystąpienia agrofaga, tam gdzie to możliwe, ograniczać powierzchnię zabiegu do miejsc, w którym szkodnik się pojawił, np. zabiegi brzegowe;
- bezwzględnie przestrzegać zapisy zawarte w etykiecie środka ochrony roślin;
- do wykonania zabiegów dobierać środki selektywne, o niskim ryzyku dla pszczół;
- w przypadku występowania kwitnących chwastów wykonywane w takiej sytuacji zabiegi muszą być traktowane tak jak zabiegi w czasie kwitnienia uprawy;

- nie opryskiwać roślin pokrytych spadzią;
- nie wykonywać zabiegów przy zbyt silnym wietrze, aby zapobiec przenoszeniu cieczy roboczej na sąsiednie, szczególnie kwitnące uprawy;
- informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin;
- przestrzegać przepisów prawnych.

11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE

Pszenica jest zbożem silnie narażonym na szkody powodowane przez różne gatunki agrofagów zwierzęcych, w tym gatunki zwierząt łownych. Już poziom powierzchni upraw tej rośliny zbożowej, który w naszym kraju wynosi 2,4 mln ha (Główny Urząd Statystyczny) oraz jej popularność wśród rolników, którzy uprawiają ten gatunek zboża na obszarze całej Polski, wskazują na ryzyko szkód łowieckich. Zwierzęta łowne mogą uszkadzać pszenicę we wszystkich fazach rozwojowych tej rośliny, choć poszczególne ich gatunki preferują różne fazy rozwojowe. Również niektóre odmiany pszenicy są bardziej lub mniej podatne na żerowanie ssaków łownych, co najczęściej wiąże się z morfologią roślin i zawartością niektórych składników odżywczych lub antyżywieniowych. Z kolei rośliny pszenicy różnie reagują na przygryzanie, tratowanie i inne rodzaje uszkodzeń, co następczo wiąże się z dużymi stratami w plonowaniu oraz zwiększonym stopniem porażenia przez choroby grzybowe, takie jak: fuzariozy liści, mączniak prawdziwy zbóż oraz rdza brunatna. Natomiast w sytuacji lekkiego przygryzania ozimin, na przykład w efekcie żerowania dzikich gęsi lub saren, następuje stymulacja rozwoju roślin (Węgorek 2011; Węgorek i wsp. 2011).

Do gatunków zwierząt łownych uszkadzających pszenicę zalicza się: dzik (*Sus strofa* L.), jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.), daniel (*Dama dama* L.), sarna (*Capreolus caoreolus* L.), łoś (*Alces alces* L.). Wszystkie wymienione gatunki zwierząt w ostatnich latach zwiększyły w Polsce liczebność swoich populacji, z czym związane są również większe szkody w uprawach rolnych, w tym w pszenicy.

Obecnie w Polsce liczebność populacji dzika szacuje się na 270–380 tys. osobników. Tak duże rozbieżności występują z powodu różnych metod inwentaryzacji stosowanych przez autorów badań naukowych. Należy zdawać sobie sprawę, że dzik jest najbardziej plennym gatunkiem spośród dużych ssaków łownych i przyrost jego populacji wynosi rocznie średnio około 150%. W zachodnich i północnych rejonach Polski zagęszczenie populacji dzika jest wyższe niż w rejonach wschodnich i południowych, co wynika z łagodniejszych warunków klimatycznych i większego zalesienia tych rejonów Polski (Kozdrowski i Dubiel 2004; Węgorek 2011; Bobek i wsp. 2015; Popczyk 2016).

Dzik jest zwierzęciem wszystkożernym, choć w okresie wegetacyjnym rośliny stanowią do 90% jego diety. Zwierzęta te uszkadzają pszenicę od momentu zasiewów aż do zbiorów. Szkody polegają na wyorywaniu nasion już po zasiewach, tratowaniu pól, zgryzaniu kłosów od fazy dojrzałości mlecznej ziarniaków, poprzez dojrzałość woskową, pełną, aż do martwej. Dziki nie zjadają jednorazowo dużej

ilości kłosów ze względu na dużą zawartość glutenu w ziarnach pszenicy. Gluten źle tolerowany przez ten gatunek ogranicza więc szkody pszenicy, choć im nie zapobiega. Szkody w oziminach pszenicy powstają często na polach, gdzie przedplonem były ziemniak lub kukurydza. Dziki w poszukiwaniu resztek pożniwnych tych roślin potrafią od momentu zasiewu, przez całą zimę aż do późniejszych faz rozwojowych uszkadzać rośliny pszenicy, wyorując resztki ziemniaków i kolb, które wyczuwają nawet po ich przyoraniu na dużej głębokości. Pola zaniedbane, gdzie w glebie znajdują się duże ilości myszowatych lub larw drutowców z rodziny sprężykowatych (Elateridae), pędraków z rodziny chrabąszczowatych oraz rolnic (*Agrotinae* sp.), prowokują dziki do żerowania w celu uzupełnienia diety w białko zwierzęce. W fazach dojrzałości kłosów dziki preferują odmiany bezostne. Prawdopodobnie kłosy ościstych odmian pszenicy drażnią śluzówkę zwierząt. Ochronę upraw pszenicy przed dzikami należy rozpocząć od momentu zauważenia pierwszych uszkodzeń, ponieważ zwierzęta przyzwyczajają się do żerowisk i szkody szybko narastają (Węgorek 2011; Popczyk 2016).

Zwierzęta z rodziny jeleniowatych (Cervidae), podrzędu przeżuwaczy, to populacja jelenia szlachetnego, która obecnie w Polsce wynosi ok. 170 tys. osobników, łosia – ok. 17 tys., daniela – 20 tys., sarny – ok. 800 tysięcy (Główny Urząd Statystyczny). Jeleniowate nie rozmnażają się tak szybko jak dzik. Rocznie na świat wydają 1–2 młode, które ze względu na zmiany klimatyczne i dostępność strawnego i energetycznego pokarmu, który odnajdują na polach uprawnych, zwiększyły znacznie zdrowotność i przeżywalność. Zwierzęta jeleniowate, podobnie jak dziki, w różnych regionach Polski występują w różnych ilościowo populacjach (Bobek i wsp. 1992). Jeleniowate uszkadzają pszenicę od fazy wschodów, przez fazę krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia, kwitnienia oraz dojrzewania. Uszkodzenia pszenicy ozimej przez jelenie, sarny czy daniele w okresie zimowania na ogół nie są zbyt groźne. Uszkodzeniom ulegają wtedy najczęściej blaszki liściowe, a te uszkodzenia po ruszeniu wiosennej wegetacji są przez rośliny szybko regenerowane. Międzywęźla są w tym okresie skrócone i tworzą tzw. węzeł krzewienia, który znajduje się pod powierzchnią gleby i nie jest przez jeleniowate bezpośrednio zjadany. Odmiany pszenicy odporniejsze na przemarzanie mają ten węzeł głębiej położony. Pędy boczne wyrastające z węzła krzewienia, których liczba zależy od gatunku i odmiany, strzelają w źdźbło wiosną i ten moment wegetacji decyduje o ilości i jakości plonu. Im lepsza kondycja roślin, którą uzyskujemy dzięki prawidłowej technologii produkcji, tym skutki zimowych szkód powodowanych żerowaniem omawianych gatunków zwierząt łownych będą mniejsze. Minimalne zagęszczenie roślin pszenicy przed ruszeniem wiosennej wegetacji wynosi od 90–150 roślin/m^2 (Horoszkiewicz-Janka i wsp. 2013). Podobnie jak dziki, zwierzęta jeleniowate uszkadzają pszenicę również w późniejszych fazach wegetacji nie tylko na skutek żerowania, ale także przez deptanie, tworzenie przejść i legowisk. Żerowanie na zielonych częściach pszenicy przyczynia się też do możliwości

następczego wystąpienia chorób uszkodzonej rośliny (mączniak prawdziwy zbóż, rdza brunatna pszenicy, łamliwość źdźbła, śnieć pszenicy i inne) (Węgorek 2011; Węgorek i wsp. 2014). Obecność i żerowanie zwierząt jeleniowatych w uprawach rzepaku ozimego i pszenicy ozimej, przyczyniając się do zwiększonej infekcji chorób grzybowych wymusza intensyfikację ochrony chemicznej, dlatego istotne jest poszukiwanie metod ograniczających żerowanie zwierząt łownych. Dlatego wszystkie działania mające na celu ograniczenie żerowania zwierząt, mają również znaczenie dla integrowanej ochrony roślin i ochrony środowiska przyrodniczego.

Ochrona upraw pszenicy przed omawianymi gatunkami zwierząt łownych w integrowanej technologii uprawy tej rośliny powinna rozpocząć się od właściwego wyboru stanowiska pod siew. Należy unikać miejsc graniczących z kompleksami leśnymi, w których żyją liczne populacje dzika i jeleniowatych. O ile szkody wystąpią, ochrona plantacji pszenicy przed zwierzętami jeleniowatymi i dzikiem jest bardzo trudna. Dostępne substancje czynne repelentów chemicznych mają ograniczoną skuteczność w odstraszaniu tych zwierząt, ponieważ w obecnej dobie bardzo szybko następuje adaptacja zwierząt do zapachowych bodźców lękowych. W miarę możliwości należy stosować ogrodzenia utrudniające ssakom kopytnym wejście na uprawę. Coraz częściej stosuje się więc ogrodzenia z siatki drucianej do wysokości około 2 m. Dodatkowo, w celu utrudnienia wejścia lub odstraszenia omawianych gatunków zwierząt od wejścia na chronione pole, używa się pastuchów elektrycznych, urządzeń dźwiękowych (w tym pirotechnicznych) i oddziałujących światłem. Przydatne są również urządzenia elektroniczne, na przykład fotopułapki rejestrujące obecność zwierząt w nocy i informujące o tym fakcie. Zmniejszenie szkód można uzyskać również przez zakładanie pasów żerowych, pozostawienie na okres zimowy fragmentów pól kukurydzy w miejscach atrakcyjnych dla zwierząt, zapewniając w tych miejscach spokój przez wyłączenie ich z polowań. Dziki i jeleniowate mając atrakcyjny i łatwo dostępny pokarm w obrębie pasa żerowego lub pozostawionego fragmentu pola z kukurydzą, znacznie ograniczają swoje przebywanie i żerowanie na polach z pszenicą ozimą. Podobne działanie ma wykładanie zwierzętom łownym suplementów diety zawierających aminokwasy, witaminy i mikroelementy. Zarówno dziki jak i jeleniowate chętnie pobierają tego typu suplementy, podane w postaci lizawek, brył lub w postaci sypkiej, dzięki czemu ograniczają okres żerowania w innych miejscach. Podane sposoby ograniczania szkód należy konsultować z zarządcą lub dzierżawcą obwodu łowieckiego, na którego terytorium znajduje się uprawa pszenicy, ponieważ prawny obowiązek ochrony upraw rolniczych przed zwierzyną łowną leży głównie w gestii kół łowieckich lub ośrodków hodowli zwierzyny (Ustawa z dnia 13 października 1995 roku – Prawo łowieckie).

12. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ PRODUKCJI I OCHRONY ROŚLIN

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

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

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

- wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego (ODR);
- izby rolnicze;
- prywatne podmioty doradcze w tym podmioty akredytowane w zakresie usług doradczych dla rolników i posiadaczy lasów.
- Ośrodki doradztwa rolniczego znajdują się w każdym województwie. Struktura organizacyjna tych instytucji jest następująca:
- centrala z działami zatrudniającymi doradców-specjalistów;
- biura powiatowe i biura na poziomie gmin zatrudniające doradców terenowych.

Wszystkie ODR-y, oprócz doradztwa indywidualnego, organizują szkolenia i doradztwo grupowe, prowadzą własne strony internetowe, wydają czasopisma – miesięczniki adresowane do rolników i mieszkańców wsi, a także organizują wystawy, targi, pokazy i konkursy. Większość posiada pokazowe gospodarstwa rolne, w których prowadzone są poletka demonstracyjne, najczęściej we współpracy z instytucjami naukowymi. W celu dostosowania programów działania do potrzeb i oczekiwań mieszkańców wsi, przy każdej jednostce działa społeczna rada doradztwa rolniczego.

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

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej izb rolniczych, działających na podstawie ustawy z 14.12.1995 r. (Dz.U. z 2002 nr 101, poz.927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2.07.2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. z 2013 r. poz. 672.). Aby korzystać ze wsparcia w ramach działania „Korzystanie z usług doradczych przez rolników i posiadaczy lasów" firmy prywatne muszą uzyskać akredytację Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Instytucją odpowiedzialną za doskonalenie zawodowe w zakresie problematyki rolnictwa i rozwoju obszarów wiejskich doradców rolniczych jest Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Poprzez szkolenia, przygotowało doradców do realizacji działań w ramach polityki rolnej i PROW 2007–2013 oraz PROW 2014–2020.

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

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

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami – doradca rolniczy niezależnie od zatrudnienia w publicznym lub prywatnym podmiocie, wpisany na listę,

musi mieć wyższe wykształcenie rolnicze lub pokrewne, ukończony kurs specjalizacyjny oraz zdany egzamin. Przepisy nakładają także na doradcę wpisanego na listę, obowiązek uczestnictwa w specjalistycznych szkoleniach uzupełniających. Osoba, która nie wywiąże się z tego obowiązku jest skreślana z listy. Wykształcenie kadry doradczej stanowi ogromny potencjał jednostek doradztwa rolniczego.

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

Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

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

Wymagania dotyczące integrowanej produkcji i ochrony roślin wynikające z wielu aktów prawnych, określają następujące cele:
- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego,
- wynikających ze stosowania pestycydów;
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów;
- ograniczenie stosowania szkodliwych substancji czynnych przez ich zastąpienie bezpieczniejszymi lub metodami niechemicznymi;
- wspieranie stosowania niskich dawek lub prowadzenia upraw bez chemicznej ochrony;

- wzrost świadomości producentów rolnych i promowanie stosowania integrowanej ochrony roślin, 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, 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, przez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

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

oraz ograniczenie zależności ochrony roślin od preparatów chemicznych zapewni zaspokojenie potrzeb ekonomicznych rolników przy zachowaniu biologicznej różnorodności zasobów środowiska naturalnego obszarów wiejskich. Wprowadzeniu i realizacji założeń integrowanej ochrony roślin towarzyszy wiele działań i aktów prawnych, których zadaniem jest wspieranie i przyspieszanie tych procesów (Mrówczyński 2013a).

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej produkcji i ochrony roślin

Zadaniem służb doradczych jest i nadal będzie nie tylko bieżąca pomoc, ale przede wszystkim doprowadzenie do zmiany mentalności producenta rolnego w jego podejściu do ochrony roślin, otaczającego go środowiska, ochrony własnego zdrowia oraz bezpieczeństwa konsumentów. Działania służb doradczych w integrowanej ochronie roślin polegają między innymi na dokonywaniu szeregu różnych ocen i podjęciu decyzji w celu ochrony plantacji z maksymalną skutecznością przy minimalnym wpływie na środowisko (Dominik i Schonthaler 2012).

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć należą:

- **identyfikacja agrofagów:** doradcy rolniczy i rolnicy przede wszystkim muszą zidentyfikować szkodnika, chorobę lub chwasty, aby móc właściwie wybrać odpowiedni produkt do ich zwalczania. Dobranie właściwego środka, najlepszego w danej sytuacji będzie bardziej ekonomiczne, gdyż pozwoli uniknąć nieefektywnych w danym przypadku produktów. Pozwala to na wybór najlepszej, dostępnej opcji ochrony plonów;
- **monitorowanie:** prowadzenie stałych obserwacji nad pojawianiem się i nasileniem agrofagów jest szczególnie ważne obecnie, gdy obok uniknięcia strat w plonie pod uwagę należy brać czynnik ekonomiczny, środowiskowy oraz obowiązek prowadzenia ochrony roślin w oparciu o zasady integrowanej ochrony;
- **dokonanie oceny i wyboru:** gdy populacja agrofaga zbliży się do wyznaczonego progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może się okazać zastosowanie skutecznego pestycydu wywierającego najmniejszy wpływ na środowisko i ludzi. W przypadku szkodników nie można zapomnieć o sprawdzeniu ilości pożytecznych np. owadów, których obecność może sugerować, że populacja szkodników zmaleje bez interwencji;
- **sygnalizacja:** polega na powiadomieniu producenta przez służby doradcze ochrony roślin o pojawieniu się konkretnej choroby, szkodnika, innych agrofagów i konieczności wykonania właściwego zabiegu w określonym terminie.

Uwzględniając priorytety określone w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2017, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie wraz z niektórymi

ODR-ami (kujawsko-pomorskim, lubuskim, pomorskim i wielkopolskim) podjęły działania mające na celu utworzenie systemu wspomagania decyzji w zakresie integrowanej ochrony roślin. W trakcie realizacji jest jedno z kluczowych założeń, a mianowicie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

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

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w metodach sygnalizacji przez 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 szybko i skutecznie – to główne zadanie testowanej nowej platformy sygnalizacji agrofagów. Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie spełniać ma tworzona właśnie nowa, internetowa platforma sygnalizacji agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane będą programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma jest przygotowywana przez Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Nawożenia, Uprawy i Gleboznawstwa w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego. Ma to być narzędzie, które będzie pomagało rolnikom w codziennej pracy. Realizacja przedsięwzięcia będzie miała istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczół, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Nie zabraknie zatem zaleceń, jak wykonywać zabiegi ochronne, aby nie zaszkodziło to owadom zapylającym.

Platforma sygnalizacji agrofagów jest na etapie testów wykonywanych wspólnie z ośrodkami doradztwa rolniczego. Przewiduje się, że zostanie uruchomiona w ciągu miesiąca, tak aby informacje o zabiegach ochronnych i wnioskach z obserwacji, prowadzonych jesienią mogły docierać do zainteresowanych rolników.

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

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

W sprzyjających warunkach atmosferycznych ziarno fizjologicznie zamiera i po pewnym czasie uzyskuje dojrzałość pełną lub martwą, która umożliwia zbiór kombajnowy. Sposób zbioru, jak i przechowywania ziarna, mogą mieć zasadniczy wpływ na decydujące o wartości towarowej ziarna parametry. Przede wszystkim istotny jest termin zbioru. Jeśli pogoda jest sprzyjająca, to już po kilku dniach od zakończenia dojrzałości woskowej, ziarno osiąga dojrzałość pełną i wilgotność poniżej 15%. Po osiągnięciu takiej wilgotności należy przystąpić do zbioru, ponieważ 2–3 dni opadów deszczu mogą przyczynić się do rozpoczęcia procesu kiełkowania ziarniaków (porastanie na pniu), co automatycznie dyskwalifikuje ziarno na cele chlebowe. Dlatego korzystniej jest zebrać ziarno wilgotne i ponieść koszty jego dosuszenia, niż oczekiwać na dobrą pogodę i wysuszenie ziarna w kłosie (Przybył i Sęk 2010).

Mając na uwadze powyższe zagrożenia istotną zasadą racjonalnego zbioru jest przeprowadzenie go w możliwie najkrótszym czasie, dodatkowo dobrze zorganizowane żniwa umożliwiają wcześniejszy wysiew poplonów. W pierwszej kolejności należy zbierać ziarno przeznaczone na materiał siewny i na cele konsumpcyjne ze względu na zagrożenie (szczególnie w warunkach wilgotnej pogody), porastaniem lub rozwojem grzybów. Ziarno przeznaczone do przechowywania powinno być suche o wilgotności poniżej 15%, a najkorzystniej 11–12%. Takie ziarno może być składowane przez dłuższy czas. W czasie przechowywania trzeba kontrolować warunki mikroklimatu, aby ziarna żyta nie narazić na zawilgocenie.

Dla dłuższego składowania ważna jest czystość ziarna. Należy tak wyregulować pracę kombajnu aby wstępne doczyszczenie eliminowało znaczną część zanieczyszczeń, w tym nasion i całych owocostanów chwastów. Wszelkie zanieczyszczenia organiczne (nasiona, części chwastów, połamane ziarniaki, zielone części roślin) mają wyższą wilgotność niż zboże i z tego względu powodują rozwój bakterii, grzybów pleśniowych, szkodników, w trakcie przechowywania ziarna.

W ziarniakach zachodzą procesy życiowe związane z oddychaniem i utlenianiem. Po osiągnięciu przez ziarno dojrzałości pełnej są one jeszcze dość intensywne. Tych procesów nie przerywa zbiór. Podczas procesu oddychania wolne cukry proste ulegają rozpadowi na wodę i dwutlenek węgla oraz wydziela się ciepło, czego objawem jest tzw. „pocenie się ziarna" oraz wzrost jego temperatury. Proces ten określa się pożniwnym dojrzewaniem. W jego efekcie dochodzi do ostatecznego ustalenia się cech jakościowych ziarna. Proces ten należy kontrolować poprzez pomiar temperatury w pryzmie ziarna i w razie konieczności ją przewietrzać.

Najgroźniejszym czynnikiem wpływającym na pogorszenie jakości przechowywanego ziarna jest zasiedlenie ziarna o zwiększonej wilgotności przez grzyby. W silosach i magazynach zbożowych potrzebna jest też kontrola, aby wykryć ewentualne występowanie szkodników takich, jak np.: wołek zbożowy, mklik mączny, rozkruszki (Ryniecki i Szymański 1999).

Stan techniki do zbioru zbóż

Rozwój konstrukcji kombajnów zbożowych cechują trzy kierunki: wzrost wydajności zbioru, zwiększenie niezawodności, a tym samym wydajności sezonowej oraz zwiększenie komfortu obsługi poprzez wprowadzenie elektronicznych układów kontrolno-sterujących.

W kombajnach zbożowych największy postęp nastąpił w konstrukcji zespołów młócąco-separujących, które umożliwiają zbiór z wydajnością od 25 do 40 t/h ziarna. Wydajności największych kombajnów zbożowych sięgają prawie 70 t/h (Claas Lexion 580 TT, New Holland CR9090). Te wyższe wydajności uzyskują przede wszystkim tzw. kombajny rotorowe. Szczególną cechą tych kombajnów jest brak klasycznego wytrząsacza, który został zastąpiony dwoma rotorami wzdłużnymi (kombajny hybrydowe), a w niektórych rozwiązaniach także zastosowaniem osiowego zespołu omłotowego. Kombajnami, dorównującymi wydajnością kombajnom rotorowym, są maszyny o klasycznej budowie zespołu omłotowo-separującego z 8-klawiszowym wytrząsaczem. Rozbudowana konstrukcja wytrząsacza ma przede wszystkim intensywnie rozluźniać słomę i ułatwiać wydzielanie z niej resztek ziarna. W kombajnach o największej przepustowości szerokość zespołu żniwnego może wynosić od 10,5 do 14,2 m, pojemność zbiornika ziarna 10–12 tys. l, a do ich napędu stosowane są silniki o mocy prawie 400 kW. Stosowanie kombajnów zbożowych o bardzo dużej przepustowości ma swoje uzasadnienie w konieczności wykorzystywania krótkich okresów dobrej pogody podczas żniw, a także upowszechnianiem się usługowego zbioru zbóż. Producenci kombajnów zbożowych nie zaniedbują jednak również rozwoju konstrukcyjnego mniejszych maszyn, adresowanych do rolników uprawiających, co najmniej kilkadziesiąt hektarów zbóż. Obecnie prawie każdy z liczących się na rynku producentów kombajnów zbożowych oferuje kilka serii maszyn, adresowanych zarówno do gospodarstw farmerskich, jak i do firm usługowych. Bardzo obszerna jest oferta pras do zbioru słomy pokombajnowej, zarówno pras zwijających, jak i pras do wielkogabarytowych bel prostopadłościennych. W przypadku pras zwijających zwiększa się znaczenie pras zmiennokomorowych, bardziej wydajnych i opłacalnych w eksploatacji niż stałokomorowych. Zbiór i składowanie słomy sprasowanej w bele wielkogabarytowe jest w pełni zmechanizowany.

Do zarządzania maszynami żniwnymi i współpracującymi z nimi środkami transportowymi są wprowadzane systemy telematyczne, które umożliwiają

dwukierunkową transmisję danych bezpośrednio z maszyn do aplikacji analitycznych, w których dane konwertowane są na raporty i wizualizacje. System telematyczny umożliwia zdalne monitorowanie przebiegu zbioru z dowolnego miejsca za pośrednictwem Internetu. Śledzenie, analizowanie i porównywanie parametrów pracujących maszyn, za pośrednictwem systemu pokładowego, pozwala na bieżąco podejmować decyzje i korygować nastawy. Mając podgląd na pracę kombajnu on-line można lepiej zarządzać środkami transportowymi, dostosowując ich liczbę, ładowność, położenie do osiąganej przez kombajn wydajności. Kontrolując postęp w pracy, można oszacować czas potrzebny do zakończenia pracy na danym polu, dzięki czemu można lepiej zarządzać dostępnymi maszynami.

Zalecenia dla pracy kombajnami zbożowymi

Na właściwy przebieg żniw wpływ ma kilka czynników, a w szczególności dobry stan maszyn i urządzeń zastosowanych do zbioru, transportu, magazynowania i przechowywania ziarna, odpowiednie przygotowanie dróg dojazdowych oraz powierzchni pól, a także organizacja pracy podczas całej technologii zbioru (Dreszer i wsp. 1998).

Ważnym etapem w uprawie zbóż jest przygotowanie powierzchni pola do zbioru, o czym należy pamiętać już przed rozpoczęciem siewu i dobrze wyrównać powierzchnię pola oraz zebrać kamienie. W szczególności kamienie przyczyniają się do zwiększonej liczby usterek technicznych podczas zbioru zbóż wyległych i zachwaszczonych, wymagających niskiego koszenia. Warto także sprawdzić i oczyścić obrzeża pól oraz oznaczyć przeszkody, które są trudno zauważalne przez operatora kombajnu (miejsca podmokłe, betonowe słupki geodezyjne, studzienki melioracyjne itp.).

Zbiór zbóż przy pomocy kombajnu należy rozpocząć w fazie pełnej lub martwej dojrzałości ziarna, ponieważ wtedy stosunkowo łatwo można je wydzielić z kłosów. Wraz z dojrzewaniem ziarna następuje w nim ubytek zawartości wody. Końcowy okres dojrzewania, czyli przechodzenia z fazy woskowej do pełnej trwa stosunkowo krótko, zazwyczaj 2–3 dni. Dojrzewanie zbóż w obrębie jednego pola może być nierównomierne, co utrudnia podjęcie decyzji o rozpoczęciu zbioru. Zbyt wcześnie podjęta decyzja o zbiorze pogarsza warunki jego omłotu i czyszczenia, obniża wydajność zbioru, zwiększa zużycie paliwa i może być przyczyną większych nakładów na konserwację ziarna. Natomiast zbyt późny zbiór zwiększa straty ziarna spowodowane jego osypywaniem oraz pracą zespołu żniwnego.

Istotny wpływ na przebieg pracy kombajnu ma zawartość wody w masie roślinnej, a także wilgotność powietrza w trakcie zbioru. Zwiększona wilgotność słomy przyczynia się często do zapychania elementów roboczych zespołu żniwnego, natomiast zbyt sucha słoma może ulegać większemu rozdrobnieniu w zespole młócącym, co przyczynia się do przeciążenia wytrząsaczy oraz sit zespołu

czyszczącego. To wskazuje na istotne znaczenie wyboru wysokości koszenia, podczas której powinno się uwzględniać wpływ wilgotności zbieranych roślin na wydajność pracy kombajnu. Opady ciągłe o niewielkim natężeniu w ciągu dwóch godzin powodują wzrost wilgotności ziarna o 1%. Natomiast spadek wilgotności ziarna spowodowanej opadami podczas sprzyjającej pogody jest wolniejszy.

Przy wilgotność powietrza nie przekraczającej 75% i temperaturze około 18°C, przepustowość kombajnu wykorzystywana jest tylko w 50–60%. Wzrost wilgotności otaczającego powietrza powyżej 75–80%, co często występuje nawet podczas dobrej i ustabilizowanej pogody w godzinach porannych i wieczornych, przyczynia się do zawilgocenia zbieranej masy, a to zwiększa częstość zapychań zespołu młócącego. Dlatego wydajność efektywna kombajnów podczas prac związanych ze zbiorem w godzinach południowych jest większa o 50–100% od porannych i wieczornych. Wczesne godziny powinny być wykorzystane do prac przygotowawczych tzn. obkaszania obrzeży i dzielenia pól na zagony, podczas których kombajn pracuje z mniejszymi prędkościami roboczymi (Dreszer i wsp. 1998).

Teoretycznie ustawienie kombajnu do pracy podaje instrukcja obsługi dla konkretnych modeli maszyn, a w najnowocześniejszych maszynach informacje o tym, jak należy wyregulować poszczególne elementy, podają także komputery pokładowe. W niektórych maszynach takie regulacje mogą być wykonywane w pełni automatycznie. Niezależnie od tego parametry podane przez producenta należy traktować jedynie jako wyjściowe, do przeprowadzenia szczegółowych regulacji, o których decyduje operator maszyny. Od jego wiedzy i doświadczenia zależy uzyskanie zadowalających efektów pracy, do których należą niewątpliwie czysto wymłócone, nieuszkodzone ziarno i jak najmniejsze jego straty.

Zbiór stojącego łanu. Podczas zbioru zbóż stojących kierunek jazdy kombajnu nie ma wpływu na wydajność i jakość pracy maszyny, aczkolwiek jest on zawsze zgodny z kierunkiem siewu. Dużą prędkość roboczą oraz płynny przebieg pracy, a jednocześnie niewielkie straty ziarna można uzyskać wyłącznie poprzez odpowiedni dobór rozdzielaczy, właściwą regulację ustawienia nagarniaczy oraz położenie podajnika ślimakowo-palcowego.

Zbiór pochylonego łanu. Wskutek pochylenia roślin następuje zmniejszenie wysokości łanu w porównaniu z faktyczną długością roślin. Zboże jest pochylone gdy łan ma wysokość równą 0,7–0,9 długości rośliny. Jakość pracy podczas zbioru takich zbóż zależy głównie od kierunku jazdy kombajnu, regulacji rozdzielacza, jak również od prawidłowego ustawienia parametrów nagarniacza.

Podczas zbioru pochylonego łanu pszenicy najlepszym kierunkiem jazdy kombajnu jest kierunek skośny, ok. 45°, w stosunku do wyłożenia roślin. Niezbędne jest w tym przypadku dokładne ustawienie rozdzielaczy.

Ustawienia nagarniaczy jest prawie takie samo jak w przypadku zbóż stojących, jedyną różnicą jest kąt odchylenia palców nagarniacza, który w tym przypadku

wynosi około 15° w kierunku przeciwnym do ruchu maszyny. Jeśli pochylenie w znaczącym stopniu będzie wzdłuż rzędów roślin operator może maszynę prowadzić w kierunku przeciwnym do pochylenia tzw. „pod włos".

Zbiór roślin wyległych. Łan jest wyległy, gdy ma wysokość mniejszą niż 0,7 długości rośliny. W przypadku zbioru takiego plonu najbardziej korzystnym kierunkiem jazdy kombajny jest kierunek prostopadły do wyłożenia. Wysokość koszenia powinna być jak najniższa, natomiast nagarniacz należy wysunąć przed zespół tnący, a jego palce ustawić pod maksymalnym kątem tj. około 30° w kierunku przeciwnym do kierunku jazdy.

Do zbioru roślin wyległych można także stosować podnośniki. Jednak najlepsze efekty ich pracy zauważalne są podczas zbioru zbóż długosłomiastych suchych i niezachwaszczonych. Stosując podnośniki zbiór powinien odbywać się skośnie do kierunku wyłożenia zboża. Stosowanie podnośników podczas zbioru zbóż wilgotnych i zachwaszczonych jest nieskuteczne, a w niektórych przypadkach może przynosić skutki odwrotne do zamierzonych, czyli zwiększyć przestoje związane z zapchanym zespołem tnącym.

Zbiór na pochyłościach. W takich warunkach najkorzystniejsza jest eksploatacja kombajnów zbożowych wyposażonych w układy poziomowania. Standardowe kombajny zbożowe mogą pracować na stokach o kącie pochylenia do 18%, jednak zadowalającą jakość pracy przy bocznych pochyleniach uzyskuję się tylko na pochyłościach do 10%. Większe pochyłości powodują znaczny wzrost strat ziarna w związku z nierównomiernym obciążeniem powierzchni sit układu czyszczącego. Podczas pracy na pochyłości należy dążyć do jazdy w kierunku największego spadku. Podczas jazdy z kierunkiem zgodnym z pochyleniem następuje zwiększenie lub zmniejszenie prędkości przesuwu masy słomy oraz ziarna na wytrząsaczach i sitach układu czyszczącego. Podczas jazdy pod górę trzeba zmniejszyć prędkość roboczą, co przyczynia się do zwiększenia czasu przesiewania ziaren i zmniejszania strat. Odwrotne zjawisko występuje podczas zjazdu. Nie można jednak w tym czasie zwiększać prędkości jazdy ze względów bezpieczeństwa, natomiast trzeba zwrócić szczególną uwagę na możliwość zbierania się ziaren i plew w przedniej części podsiewacza i sit.

Organizacja i planowanie pracy przy zbiorze kombajnami

Przy organizacji pracy kombajnu należy zadbać o odpowiednie przygotowanie pola oraz wybór sposobu poruszania się kombajnu. Należy dążyć do zagonowego ruchu kombajnu, równoległego do kierunku uprawy, który pozwala na rozwijanie większej prędkości roboczej, ponieważ kombajn nie musi pokonywać poprzecznych nierówności pola. Ruch w okółkę jest dopuszczalny na małych polach, po których nie można poruszać się sposobem zagonowym. Ten sposób ruchu zmniej-

sza wydajność dzienną kombajnu średnio o 1–1,5 ha, przede wszystkim wskutek długotrwałego wykonywania nawrotów. Ruch ten utrudnia również pracę maszyn do zbioru słomy pokombajnowej. W przypadku zbioru zbóż pochylonych i wyległych należy dostosować kierunek ruchu kombajnu do pochylenia (wyległości).

Przy zagonowym sposobie ruchu kombajnu duże pola należy podzielić na zagony. Szerokości zagonów wynikają z dążenia do minimalizacji czasu traconego na przejazdy jałowe przy nawrotach, natomiast szerokości uwrocia powinny zapewniać możliwość wykonania swobodnego nawrotu. Szerokość pierwszego zagonu powinna być dziesięciokrotną wielkości szerokości roboczej kombajnu, a następne dwudziestokrotną.

Odbiór i transport ziarna

Znaczący wpływ na rzeczywistą wydajność kombajnu wywiera organizacja pracy przy odbiorze ziarna od kombajnu i transport do miejsca magazynowania. Ogólne zasady pracy organizacji pracy w technologii kombajnowego zbioru zbóż zakładają, że wydajność środków transportowych jest co najmniej równa wydajności efektywnej kombajnu, który na danym polu wykonuje pracę. Liczba i rodzaj środków transportowych powinny zapewnić odbiór ziarna od kombajnu przy jego maksymalnej wydajności efektywnej, która z reguły występuje w godzinach popołudniowych (Bieniek 2011).

Odbiór ziarna z kombajnów powinien odbywać się przy zastosowaniu środków przewozowych, które umożliwiają ich szybki wyładunek za pomocą hydraulicznego przechyłu skrzyni ładunkowej lub przenośnika ślimakowego. Dobór liczby i pojemności środków transportowych powinien być taki, aby kombajn mógł pracować bez oczekiwania na środki przewozowe.

W praktyce najczęściej stosowanymi sposobami wyładunku zbiornika kombajnu są: wyładunek do przyczep podprowadzonych do kombajnu na postoju oraz wyładunek w czasie pracy kombajnu do przyczep poruszających się obok kombajnu. Wyładunek zbiornika w czasie pracy kombajnu jest najbardziej wydajny, ale wymaga to od operatorów maszyn wysokich kwalifikacji. Wadą tej metody odbioru ziarna jest utrudnione wykorzystanie pełnej pojemności skrzyń ładunkowych. Najmniej wydajny jest wyładunek ziarna do przyczep rozmieszczonych na jednym lub obu uwrociach. W przypadku gospodarstw wielkotowarowych upowszechnia się transport ziarna od kombajnu do stojących na uwrociu pola kontenerów lub samochodów ciężarowych przy pomocy specjalnych przyczep przeładunkowych.

Skrzynie ładunkowe powinny być w sposób właściwy uszczelnione i przygotowane do przewozu ziarna. Nieodpowiednie przygotowanie przyczepy, np. niedokładnie zamykające się burty lub szczeliny w miejscu ich styku z podłogą, prowadzi do dużych strat ziarna.

Obróbka pozbiorowa ziarna

Ziarno dowożone do gospodarstwa luzem przyczepami ciągnikowymi musi być sprawnie rozładowane, a następnie poddane obróbce pozbiorowej. Czynności te wymagają posiadania odpowiedniego zaplecza magazynowego i wyposażenia w środki techniczne. Magazyn do ziarna powinien spełniać następujące funkcje technologiczne (Dreszer i wsp. 1998; Ryniecki i Szymański 1999; Przybył i Sęk 2010):

- przyjęcie ziarna,
- wstępne czyszczenie,
- konserwacja: suszenie, chłodzenie, wietrzenie,
- magazynowanie (przechowywanie) z kontrolą warunków przechowywania,
- czyszczenie dokładne,
- pobieranie, ewentualnie zaprawianie, ekspedycja.

Przyjęcie ziarna. Magazyny nasienne powinny zapewniać optymalne warunki do przyjmowania każdej ilości ziarna bezpośrednio od kombajnów. Wydajność linii technologicznej przyjęcia ziarna powinna zawierać rezerwę w stosunku do maksymalnej wydajności eksploatacyjnej kombajnów, w celu pokonywania ewentualnych spiętrzeń w dostawach, powodowanych różnymi odległościami transportu ziarna od poszczególnych kombajnów, nieodpowiednią organizację transportu itp. Rezerwa powinna wynosić około 20% w stosunku do maksymalnej wydajności eksploatacyjnej kombajnów. Podstawowym celem przedstawionych wymagań jest skrócenie czasu postoju przyczep przy magazynie do niezbędnego minimum potrzebnego na rozładunek.

Czyszczenie wstępne. Jest to proces, który ma na celu oddzielenie zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, jak również pośladów. W warunkach zbioru zbóż i nasion kombajnami zaleca się realizowanie czyszczenia wstępnego w trzech wariantach (Dreszer i wsp. 1998; Przybył i Sęk 2010):

- wariant I – czyszczenie ziarna wilgotnego w celu oddzielenia zanieczyszczeń: (a) lekkich – słoma, plewy, łuski części kłosów, (b) drobnych – piasek, nasiona niektórych chwastów, (c) dużych – kłosy, kamyki, strąki, szypułki;
- wariant II – czyszczenie ziarna o wilgotności poniżej 16% w celu oddzielenia zanieczyszczeń: (a) lekkich, drobnych, dużych (charakterystyka jak w wariancie I), (b) pośladów, (c) innych;
- wariant III – czyszczenia ziarna wysuszonego w suszarce w celu oddzielenia zanieczyszczeń: (a) lekkich, (b) drobnych, (c) pośladów, (d) innych.

Czyszczenie wstępne według wariantu I ma na celu oddzielenie przede wszystkim tych zanieczyszczeń, które przez dużą zawartość wilgoci mogłyby stać się ośrodkiem zmian fizykochemicznych w ziarnie podczas składowania w oczekiwaniu na suszenie. Ten zabieg zwiększa także efektywność suszenia. Czyszczeniem

wstępnym według wariantu I powinno być objęte wszystko ziarno. Zabieg ten należy wykonać podczas dostarczania nasion do magazynu.

Czyszczeniu wstępnemu według wariantu II powinno być poddane ziarno dostarczone w stanie suchym, jeśli wiadomo, że nie będzie ono suszone termicznie. Celem czyszczenia wstępnego jest oddzielenie zanieczyszczeń obcych oraz pośladów według standardu wymagań czystości dla ziarna konsumpcyjnego. Czyszczenie wstępne według wariantu II może być przeprowadzone w czasie składowania.

Czyszczeniem wstępnym według wariantu III powinno być objęte ziarno wysuszone w suszarce. Zabiegowi temu należy poddać ziarno po wstępnym oczyszczeniu według wariantu II w stanie wilgotnym, podczas przyjmowania, a więc ziarno, z którego nie był wydzielony poślad.

Czyszczenie wstępne według wariantu I przeprowadza się za pomocą wialni wstępnego czyszczenia, a czyszczenie wstępne według wariantu II i III – za pomocą czyszczalni dokładnego czyszczenia.

Wietrzenie ziarna jest metodą konserwacji, która oddziałuje hamująco na procesy przemiany zachodzące w przechowywanym ziarnie. Czynność ta polega na ochładzaniu, a następnie suszeniu albo też na jednoczesnym ochładzaniu i suszeniu. Wietrzenie polega na stosowaniu wymuszonego przepływu powietrza atmosferycznego przez przestrzenie międzyziarnowe składowanej masy.

Proces chłodzenia ziarna przez wietrzenie następuje znacznie szybciej niż suszenie. Zakłada się, że przez wietrzenie doprowadza się temperaturę ziarna do temperatury powietrza użytego do wietrzenia. Natomiast proces suszenia za pomocą wietrzenia przebiega powoli. Zależny jest od wilgotności względnej powietrza i natężenia jego przepływu przez warstwę ziarna.

Skuteczność suszącego działania wietrzenia zmniejsza się w stosunku do ziarna o wilgotności poniżej 16%, co ma ścisły związek z malejącą różnicą między występującą najczęściej wilgotnością względną powietrza atmosferycznego, stosowanego do wietrzenia, a wilgotnością równoważną ziarna.

Wietrzenie ziarna o wilgotności poniżej 16% lub ziarna suchego musi być wykonywana ze szczególną uwagą. Bowiem przy wysokiej wilgotności względnej powietrza (powietrze chłodniejsze od ziarna) lub braku tej różnicy, podczas wietrzenia może następować nawilgacanie ziarna.

Suszenie ziarna. Celem suszenia ziarna i nasion jest obniżenie ich wilgotności do co najmniej 15%, przy której w odpowiednich warunkach składowania wysuszony produkt może być przechowywany przez dłuższy okres czasu, zachowując zdolność kiełkowania nawet przez 5–15 lat. W wyniku suszenia uzyskuje się zdolność magazynowania ziarna, zmniejszenie masy, zwiększenie trwałości, uzyskanie cech produktu towarowego oraz łatwość przemieszczania ziarna. Do wad zalicza się duże zużycie energii cieplnej.

W gospodarstwach rolnych stosowane są dwa zasadnicze systemy suszenia: suszenie termiczne i suszenie przez wentylację. Podczas suszenia termicznego powietrze nagrzane do określonej temperatury, zależnej od przeznaczenia produktu i jego właściwości fizjologicznych, jest przetłaczane przez warstwę ziarna. Natomiast suszenie przez wentylację polega na przetłaczaniu powietrza przez warstwę ziarna za pomocą wentylatora. Powietrze jako czynnik suszący powinno być ogrzane o 5 do 8°C (Ryniecki i Szymański 1999).

W procesie suszenia ziarno nie może być nadmiernie nagrzewane, dotyczy to zwłaszcza ziarna siewnego. Dopuszczalne temperatury materiału suszonego zależą od gatunku ziarna i jego wilgotności. Na ogół można określić dopuszczalne temperatury nagrzania materiału suszonego: dla ziarna siewnego około 30–50°C, dla ziarna konsumpcyjnego około 50–60°C.

Czyszczenie dokładne. Czyszczeniu dokładnemu poddaje się tylko nasiona przeznaczone do siewu w gospodarstwach nasiennych. Proces ten ma na celu głównie segregację ziarna, a więc wydzielenia z materiału przeznaczonego do siewu wszystkich ziaren niewykształconych, ziaren innego gatunku, jak również innych zanieczyszczeń, które mogły pozostać po oczyszczeniu wstępnym.

Z czyszczeniem szczegółowym ziarna – jako operacją zmierzającą do przygotowania ziarna do siewu – wiąże się proces zaprawiania nasion. Zabieg ten przeprowadza się po oczyszczeniu, lecz dopiero przed ekspedycją. Wówczas do zaprawiarki kierowane jest ziarno bezpośrednio z powierzchni składowych i po zaprawieniu jest workowane, a następnie ekspediowane do magazynu.

Transport wewnętrzny ziarna

Magazyn zbożowy w warunkach szybkiego napływu ziarna od kombajnów musi być wyposażony w odpowiednie urządzenia transportu wewnętrznego. Ruch ziarna musi być pokierowany w ten sposób, aby dostarczyć ziarno tam, gdzie ma być poddane zabiegom technologicznym lub składowaniu.

W magazynach nasion występuje transport pionowy i poziomy. Transport pionowy dzieli się na transport o kierunku ruchu z dołu do góry i z góry na dół. W pierwszej formie transportu stosowane są powszechnie przenośniki czerpakowe, natomiast transport ziarna z góry na dół odbywa się grawitacyjnie, za pomocą rur spadowych o średnicach dobranych odpowiednio do żądanej przepustowości magazynu. Transport poziomy realizowany jest za pomocą przenośników wstrząsowych, wibracyjnych, taśmowych, pneumatycznych oraz ślimakowych i łańcuchowych przy czym ostatnie dwa typy mogą być wykorzystywane tylko do ziarna konsumpcyjnego.

Przechowywanie ziarna

Ziarno przechowuje się w magazynach płaskich i silosach, przy czym długoterminowe przechowywanie ziarna odbywa się zazwyczaj w silosach (Ryniecki i Szymański 1999). Do głównych czynników warunkujących bezpieczne składowanie ziarna zalicza się: wilgotność ziarna, temperaturę przechowywania, poziom zanieczyszczeń, kontakt z powietrzem i stopień uszkodzenia okrywy ziarna. Wilgotność „bezpieczna" do przechowywania ziarna według zaleceń powinna wynosić poniżej 15%.

Obecnie na polskim rynku jest wielu producentów silosów do przechowywania nasion zbóż. Istotne czynniki to: konstrukcja dna silosu, system wyładunku, sposób przewietrzania i właściwy dobór wentylatora oraz układ pomiarowy rejestrujący zmiany temperatury przechowywanych nasion. Prawidłowe połączenie czynników technicznych składowania z cechami fizycznymi ziarna pozwala na długookresowe przechowywanie pszenicy.

14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Pełne bezpieczeństwo i skuteczność zabiegów ochronnych to kluczowe elementy właściwej strategii ochrony roślin przed agrofagami. Wybór odpowiedniej techniki opryskiwania i parametrów roboczych w zmiennych warunkach agrometeorologicznych gwarantuje precyzję aplikacji środków ochrony roślin, a co za tym idzie i wysoką skuteczność ochrony roślin uprawnych. Końcowy efekt ochrony roślin uprawnych uzależniony jest od zabezpieczenia i przestrzegania wszystkich zaleceń i wytycznych związanych z właściwym postępowaniem ze środkami ochrony roślin w trakcie magazynowania, przygotowywania i wykonywania zabiegów opryskiwania jak i czynności dotyczących postępowania po wykonaniu zabiegów opryskiwania.

14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

Podczas styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi. Środki ochrony roślin należy nabywać tylko w licencjonowanych punktach sprzedaży, w oryginalnych i nieuszkodzonych opakowaniach i posiadających etykietę producenta.

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

Środki ochrony roślin należy przechowywać w osobnych budynkach lub specjalnych magazynach, wyraźnie oznakowanych (napis: „Środki ochrony roślin") oraz zamykanych i zabezpieczonych przed dostępem osób nieupoważnionych.

Magazyn środków ochrony roślin:

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

- magazynowane środki ochrony roślin powinny być dobrze opisane (najlepiej w oryginalnych opakowaniach i z etykietą), w sposób uniemożliwiający ich kontakt z produktami spożywczymi i paszą. Należy je także zabezpieczyć przed przypadkowym spożyciem przez ludzi lub zwierzęta.

14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

Podczas przygotowania 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.

Sporządzanie cieczy użytkowej

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 należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiornikach nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Zawsze przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne należy szczegółowo zapoznać się z etykietą stosowania, w której zawarte są niezbędne wskazówki i informacje dotyczące możliwości mieszania i stosowania tych środków. Preparaty chemiczne w formie proszków do sporządzania zawiesin wodnych, koncentratów zawiesinowych czy past, należy wstępnie rozprowadzić w małej

ilości wody, sporządzając zagęszczoną papkę, a następnie rozcieńczyć ją do konsystencji płynnej. Tak przygotowane preparaty, przy włączonym mieszadle cieczy, wlewa się przez sito wlewowe do zbiornika opryskiwacza napełnionego częściowo wodą, a następnie dopełnia się zbiornik do żądanego poziomu. Po odmierzeniu płynnych środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym skażenia miejscowe jest sporządzanie cieczy użytkowej na polu, szczególnie w przypadku opryskiwaczy wyposażonych w specjalne rozwadniacze agrochemikaliów, gdzie komponenty ulegają wstępnemu rozcieńczeniu/rozpuszczeniu przed wprowadzeniem do zbiornika.

W zabiegach z użyciem kilku agrochemikaliów istotne znaczenie ma kolejność mieszania składników, a także niedopuszczenie do osadzania i rozwarstwienia się poszczególnych komponentów. Mieszaninę przygotowuje się z zachowaniem właściwej kolejności dodawania poszczególnych składników. Najpierw miesza się ciecz z nawozami, a potem dodaje się wstępnie rozcieńczone ś.o.r.. Do zbiornika opryskiwacza do połowy napełnionego wodą przy włączonym mieszadle wsypuje się odważoną porcję nawozu (np. mocznik, siarczan magnezu). Do tak sporządzonego roztworu dodaje się powoli oddzielnie przygotowane roztwory poszczególnych komponentów, przy czym środek ochrony roślin dodaje się jako ostatni element mieszaniny. Należy przy tym przestrzegać kolejności dodawania ś.o.r. według ich form użytkowych tj. najpierw zawiesiny, następnie emulsje, na końcu roztwory. Szczególnie ważne jest, aby wstępnie rozpuszczone roztwory ś.o.r. (herbicyd, fungicyd lub insektycyd) były dodawane bardzo powoli, gdyż gwałtowne łączenie komponentów może doprowadzić do tzw. kłaczenia lub wytrącania się osadu. 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.

Do zabiegu nie należy używać wody o niskiej temperaturze (pobranej bezpośrednio ze studni głębinowej – dodatek np. mocznika powoduje dodatkowe obniżenie temperatury cieczy użytkowej), oraz wykorzystywać wody o dużej twardości lub zanieczyszczonej związkami organicznymi i nieorganicznymi.

Należy zawsze zwracać uwagę aby przygotować tylko taką ilość cieczy użytkowej, która jest niezbędna do ochrony założonej powierzchni plantacji.

Wybór aparatury do zabiegów

Podstawą efektywnej i bezpiecznej ochrony roślin jest odpowiednio przygotowany, sprawny i dobrze wyposażony opryskiwacz. Opryskiwacze zawieszane wyposażone w belki polowe o znacznych szerokościach roboczych powodują proporcjonalnie mniejsze uszkodzenia roślin, gdyż zmniejsza się liczba przejazdów roboczych.

Opryskiwacze przyczepiane, które najczęściej współpracują z belkami o największych szerokościach roboczych, przetaczane są na własnym podwoziu. W doborze tej aparatury należy uwzględnić rozstaw kół opryskiwacza, który będzie dopasowany do rozstawu rzędów roślin i rozstawu kół ciągnika. Opryskiwacze te powodują większe straty na końcach plantacji podczas manewrowania i ustalania toru kolejnego przejazdu. Powstają wówczas osobne tory przejazdu ciągnika i opryskiwacza. Straty te mogą ograniczać specjalne układy kopiujące montowane na dyszlach nowoczesnych opryskiwaczy przyczepianych.

Do zabiegów wykonywanych w okresie pełnej wegetacji roślin wymagany jest specjalny sprzęt do ochrony roślin lub aparatura zabiegowa odpowiednio przygotowana lub zmodernizowana. Najmniejsze straty w plonie zwartych łanów powodują opryskiwacze samojezdne o dużym prześwicie podwozia, wąskich oponach, regulowanym rozstawie kół i o belkach polowych o dużych szerokościach roboczych. Jedną z wielu zalet tych maszyn jest ich duży prześwit i możliwość unoszenia belki polowej na znaczną wysokość. Opryskiwacze samojezdne odznaczają się krótszą konstrukcją, dzięki czemu można łatwiej nimi wykonywać manewry na polu. Ponadto dzięki zwartej budowie (dwie osie w bliskiej odległości od siebie) mogą być bardzo precyzyjnie prowadzone jednym śladem na uwrociach. Obecnie jest to najbardziej wydajna i efektywna aparatura naziemna do wykonywania późnych zabiegów z użyciem ś.o.r. (np. fungicydów i desykantów) w uprawie pszenicy.

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie i 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 doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi i ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych (tab. 40).

W uprawie pszenicy konieczność wykonywania różnych zabiegów ochronnych (zwalczanie chwastów, chorób, szkodników) czy też zmienne warunki pogodowe w okresie wegetacji są istotnym czynnikiem limitującym wybór właściwych parametrów opryskiwania, a w tym przede wszystkim typu i wymiaru rozpylaczy. Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu wg kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (tab. 41). Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin, lub w przypadku konieczności ograniczania znoszenia (Kierzek i wsp. 2012).

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.).

Tabela 40. 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 110^0 i 120^0 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 WIELKOŚĆI KROPEL (KROPLISTOŚĆ)							
Drobne (F)		Średnie (M)		Grube (C)		Bardzo grube (VC)	

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

W konwencjonalnych opryskiwaczach polowych do zabiegów ochrony roślin stosuje się najczęściej rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Do najbardziej rozpowszechnionych typów rozpylaczy płaskostrumieniowych zalicza się: **standard**, **uniwersalny** o polepszonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnień roboczych), **niskoznoszeniowy** (inaczej **antyznoszeniowy** lub **przeciwznoszeniowy)** oraz **eżektorowy**.

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych lub uniwersalnych** o podwyższonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnienia roboczego). Rozpylacze standardowe można stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników jak i chwastów. Wytwarzają one dużo drobnych kropel podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych (mały wiatr, wilgotność powyżej 50%, temperatura poniżej 22–25°C). Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych. Zalecane ciśnienia robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych wynosi od 2 do 4 barów (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa). W ochronie z użyciem fungicydów niezwykle istotny jest transport cieczy użytkowej jak najgłębiej w łan na łodygi i dobre pokrycie dolnych stron liści, czyli miejsc, gdzie infekcja często ma swój początek. Do takich zabiegów w pszenicy lepszą przydatność wykazują rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania, które efektywnie działają w szerokim zakresie ciśnienia roboczego (od 1 bara do 5 barów) zapewniając uzyskanie większej jednorodności wytwarzanych kropel. Rozpylacze te przy normalnych warunkach pogodowych zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łanu.

Rozpylacze ograniczające znoszenie kropel cieczy, dzięki wytwarzaniu grubych i bardzo grubych kropel polecane są do zabiegów wykonywanych w trudniejszych warunkach atmosferycznych (zwiększona siła wiatru, niska wilgotność, wyższe temperatury). Do tej grupy należą tzw. rozpylacze niskoznoszeniowe i eżektorowe (Hołownicki i wsp. 2012). Rozpylacze **niskoznoszeniowe** mają najczęściej wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy rozpylającej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel podatnych na znoszenie i odparowanie. Rozpylacze antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów. Najlepiej pracują przy ciśnieniu roboczym w zakresie od 2 do 5 barów. Nieco gorsze efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem środków o działaniu kontaktowym.

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych np. silniejszym wietrze. Rozpylacze te 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 zadawalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 barów. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%. Rozpylacze eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu systemicznym (układowym). Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy. 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 i pionowych powierzchni roślin oraz dobrą penetracje łanu.

Zamontowanie na opryskiwaczu rozpylaczy antyznoszeniowych lub eżektorowych już o mniejszych rozmiarach (np. kolor żółty „02" lub niebieski „03"), pozwala na skuteczne i bezpieczne wykonywanie zabiegu w mniej korzystnych warunkach pogodowych, przy średnim zużyciu cieczy użytkowej od 100 do 300 l na hektar.

Podczas wykonywania łączonych zabiegów z użyciem różnych agrochemikaliów należy stosować niskie i średnie ciśnienia robocze z zalecanych dla poszczególnych typów rozpylaczy, a więc do 3 barów przy rozpylaczach standardowych i o podwyższonej jakości rozpylania cieczy oraz od 3 do 5 barów dla rozpylaczy eżektorowych.

Kąt strumienia cieczy a wysokość belki polowej

W tradycyjnych opryskiwaczach polowych rozpylacze płaskostrumieniowe umieszczone są na belce polowej w rozstawie co 50 cm. Zapewnia to równomierny rozkład poprzeczny cieczy na całej szerokości belki, dzięki nakładaniu się sąsiadujących strumieni (wachlarzy) cieczy. Rozpylacze szczelinowe mają różny kąt rozpylania cieczy: 80°, 90°,110° lub 120°. Najbardziej uniwersalnymi do zabiegów ochronnych przed chwastami, chorobami i szkodnikami są rozpylacze o kącie strumienia 110° lub 120°. Kąt rozpylania cieczy ma istotne znaczenie przy ustawianiu odległości belki roboczej od opryskiwanych powierzchni. Przy większym kącie rozpylania belka opryskiwacza powinna być ustawiona niżej, np. kąt 120° – 35–45 cm, a przy kącie mniejszym wyżej np. 80° – 60–75 cm. Dla najbardziej popularnych rozpylaczy o kącie 110° optymalną odległością jest 50 cm. Nie należy przeprowadzać opryskiwania z większej lub mniejszej wysokości niż zalecane przez producenta rozpylaczy. Jeśli belka polowa jest ustawiona zbyt nisko, to pozostają obszary o zagęszczonym naniesieniu oraz pasy nieopryskane, a jeśli zbyt wysoko, równomierność rozkładu cieczy jest nieprawidłowa i może dojść do zwiększonego znoszenia cieczy użytkowej na sąsiednie uprawy.

Tabela 41. Dobór rozpylaczy i dawki cieczy użytkowej do polowych zabiegów ochrony roślin z użyciem konwencjonalnych opryskiwaczy polowych i wykorzystujących technikę PSP (pomocniczy strumień powietrza)

Typy rozpylaczy / Wyszczególnienie	Rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe)						Zakres dawki cieczy w l/ha	
	standardowe/uniwersalne		niskoznoszeniowe		eżektorowe		technika konwencjonalna	technika PSP
Wielkość kropel (rodzaj opryskiwania)	drobne	średnie	grube	średnie	grube	grube/ bardzo grube		
Kontrola znoszenia	(*)	(**)	(**)	(**)	(***)	(****)		
HERBICYDY								
Doglebowe	(–)	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	150–300	75–150
Nalistne	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	100–250	50–100
FUNGICYDY								
Wczesne fazy rozwojowe	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	150–250	50–100
Zwarte łany	(++)	(+)	(+)	(++)	(++)	(++)	200–300	75–150
INSEKTYCYDY								
Wczesne fazy rozwojowe	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	100–200	50–100
Zwarte łany	(++)	(+)	(+)	(++)	(++)	(+)	150–250	75–125
NAWOZY PŁYNNE								
Dolistne dokarmianie	(–)	(+)	(++)	(++)	(++)	(+)	150–300	75–150
Mieszaniny **ś.o.r.** i nawozów	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	(+)	200–300	75–125

Przydatność: (++) – bardzo dobra, (+) – dobra, (–) – nie zalecany/mało przydatny

Kontrola znoszenia: (*) – słaba/brak, (**) – dobra, (***) – bardzo dobra, (****) – doskonała

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

Rozpylacze w wyniku intensywnego użytkowania ulegają naturalnemu zużyciu, stąd też równomierność rozpylania cieczy znacznie się pogarsza. Przy wymianie rozpylaczy należy pamiętać, aby używać zawsze tego samego rozmiaru i koloru rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar oraz równomierny rozkład cieczy pod belką polową. Rozpylacze (całe lub szczeliny rozpylające) najczęściej są wykonane z tworzyw sztucznych tzw. polimerów, hartowanej stali nierdzewnej, ceramiki, rzadko z mosiądzu. Wszystkie materiały (oprócz mosiądzu) są odporne na ścieranie oraz działanie preparatów chemicznych i nawozów płynnych. Najmniejsze uszkodzenie otworu rozpylającego, wskutek nieprawidłowej eksploatacji lub też niewłaściwego oczyszczania, może być przyczyną zwiększenia wypływu cieczy oraz pogorszenia równomierności rozkładu cieczy. Rozpylacz należy uznać za zużyty, gdy natężenie wypływu (wydatek jednostkowy) przekracza o 10% wartość odczytaną z tabel dla nowego rozpylacza. W przypadku zatkania szczeliny rozpylacza nie wolno używać do oczyszczenia przedmiotów twardych i ostrych, lecz specjalnych miękkich szczoteczek.

Dobór dawki cieczy użytkowej

Podstawową zasadą efektywnej ochrony roślin jest stosowanie możliwie niskich dawek cieczy użytkowej, a także minimalnych zalecanych dawek środków ochrony roślin tak, aby zabieg ochronny odznaczał się wysoką skutecznością i bezpieczeństwem dla ludzi i środowiska (Kierzek i wsp. 2012). Środki stosowane nalistnie wymagają dobrego naniesienia i pokrycia opryskiwanych powierzchni i stąd nie jest konieczne stosowanie większych dawek cieczy użytkowej, ale precyzyjne nanoszenie rozpylanej cieczy na poszczególne części roślin. 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.

Regulacja opryskiwacza

Wykonanie kalibracji opryskiwacza (czyli ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w procesie regulacji) jest warunkiem niezbędnym do ustalenia właściwego dawkowania środka ochrony roślin na chronioną powierzchnię plantacji. 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 konsekwencjami. Nieprecyzyjna regulacja opryskiwacza lub jej zaniechanie to bardzo częste przyczyny uszkodzenia roślin, obserwowane szczególnie wyraźnie po zastosowaniu niektórych herbicydów.

Regulacje parametrów roboczych opryskiwacza należy wykonać zawsze, gdy dokonuje się zmiany rodzaju środka chemicznego (np. z herbicydu na fungicyd), dawki cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów roboczych (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Ponadto procedurę regulacji opryskiwacza powinno się wykonać na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczowej), a także przy zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Regularnie należy kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. Częstotliwość takich sprawdzeń należy warunkować intensywnością użycia opryskiwacza w sezonie wegetacyjnym, a także w sytuacjach koniecznych (np. awaria układu sterowania i kontroli wydatkowania cieczy) lub po wymianie rozpylaczy.

W trakcie regulacji należy zwrócić uwagę, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze ten sam numer i kolor, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar.

Przed rozpoczęciem zabiegu istotne jest dokładne wymieszanie cieczy w zbiorniku poprzez intensywną pracę mieszadła. Zabieg opryskiwania należy wykonywać przy stałej, ustalonej w czasie kalibracji prędkości roboczej, zachowując właściwe obroty silnika oraz jednocześnie należy kontrolować wcześniej ustawione ciśnienie robocze w opryskiwaczu.

Warunki wykonywania zabiegów

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

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowana jest przebiegiem warunków atmosferycznych (Kierzek i wsp. 2010). Duży wpływ na efektywność stosowanych środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. Opryskiwanie należy wykonywać przy niewielkim wietrze i bezdeszczowej pogodzie oraz umiarkowanej temperaturze i małym nasłonecznieniu. Zabieg wykonywany w niesprzyjających warunkach pogodowych (wysoka temperatura i niska wilgotność powietrza) może być przyczyną uszkodzeń innych roślin w wyniku znoszenia cieczy użytkowej na obszary nie objęte zabiegiem, a także może powodować niezamierzone zatrucia wielu pożytecznych gatunków entomofauny, będących często naturalnymi wrogami zwalczanych szkodników.

Zalecane temperatury powietrza podczas zabiegów są warunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin i takie dane

zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 42). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów. Wykonywanie zabiegu przy umiarkowanej temperaturze i niewielkim nasłonecznieniu w dużym stopniu ogranicza parowanie zastosowanego środka ochrony roślin minimalizując ryzyko ewentualnych zatruć, które mogą wystąpić podczas jego wdychania. Najlepiej zabiegi zwalczania wykonywać rano lub wieczorem z uwagi na mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie, względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych. W czasie opryskiwania temperatura powietrza nie powinna przekraczać 22–25°C, natomiast temperatura cieczy użytkowej nie powinna być niższa od 5–8°C. Względna wilgotność powietrza powinna być większa niż 60%.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nie przekraczającej 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 wśród opryskiwanych roślin. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i w razie konieczności ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

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

Podczas opryskiwania upraw polowych prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 5–10 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belką z PSP (pomocniczy strumień powietrza) 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.

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

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

Tabela 42. Graniczne i optymalne warunki meteorologiczne do wykonywania zabiegów ochrony roślin

Parametr	Wartości graniczne	Wartości optymalne
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	0–4,0 m/s	0,5–1,5 m/s

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

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.

14.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania

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

Opryskiwacze stosowane do ochrony roślin narażone są na działanie bardzo wielu środków chemicznych. Dlatego nigdy nie wolno pozostawiać nieumytego opryskiwacza czy aparatu z niewykorzystaną cieczą użytkową. Pozostałości

środków chemicznych ulegając rozwarstwieniu, tworzą trudne do usunięcia osady w różnych punktach układu przewodzenia cieczy.

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

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

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

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

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej:

- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest 3-krotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i mniejszym ciśnieniu roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność taką powtórzyć trzykrotnie) lub jeśli nie jest to możliwe to resztki wykorzystać zgodnie z zaleceniami dotyczącymi zagospodarowania pozostałości płynnych;zdemontować wkłady filtrów, oczyścić je i zamontować ponownie na swoje miejsce.

Resztki pozostałej, spuszczonej cieczy z opryskiwacza należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną biodegradację substancji czynnych ś.o.r. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

Do mycia wewnętrznego aparatury zabiegowej najlepiej wykorzystaj specjalnie przystosowane do tego celu stanowiska, zabezpieczające neutralizację pozostałości ś.o.r. w cieczy pozostającej po myciu opryskiwaczy w systemach bioremediacji (np. Biobed, Phytobac, Biofilter, Biomassbed, Vertibac), czy też urządzenia oparte na odparowaniu wody w systemach dehydratacji (np. Heliosem czy Osmofilm) (Doruchowski i wsp. 2011). Na stanowisku typu Biobed można usunąć resztki cieczy użytkowej oraz nagromadzony osad z dna zbiornika i filtrów, odkręcając zawór spustowy zbiornika, a także demontując filtry i rozpylacze (Doruchowski i Hołownicki 2009). Po przepłukaniu zbiornika i elementów filtrów należy zamknąć zawór spustowy i częściowo napełnić zbiornik wodą. Po uruchomieniu pompy uzyskuje się możliwość przepłukania całego układu przewodzenia cieczy, otwierając kolejno dopływ do poszczególnych sekcji belki polowej ze zdemontowanymi rozpylaczami. Po tej czynności montuje się wyczyszczone rozpylacze i poprzez ponowne uruchomienie pompy sprawdza się szczelność całego układu cieczowego.

Do dokładniejszego umycia opryskiwaczy można stosować dodatek preparatów neutralizujących resztki środków ochrony roślin i nawozów w zbiorniku oraz instalacji przewodzącej ciecz użytkową. Ma to szczególne znaczenie po stosowaniu środków chwastobójczych (np. sufolnylomoczniki, fenoksykwasy). Do tego celu zalecane są specjalne środki do mycia opryskiwaczy (np. Bielinka, Bielmax, Chlorynka, Czysty opryskiwacz, Agroclean, Clean-up, Radix, Pest-out). Środki te należy stosować zgodnie z etykietą stosowania, dodając je do wody w zbiorniku opryskiwacza już wstępnie umytego czystą wodą. Część wymienionych preparatów do mycia opryskiwaczy oparta jest na związkach chloru (Radix, Chlorynka), a niektóre jak Agroclean, Pest-Aut czy Czysty opryskiwacz – na związkach fosforu, które oprócz właściwości myjących i neutralizujących zapewniają także pewną konserwację elementów metalowych opryskiwacza.

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). Pozostawione na powierzchni resztki środków ochrony roślin i nawozów działają niekorzystnie na materiały, z których zbudowany jest opryskiwacz**. 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. Nowoczesne opryskiwacze wyposażane są w specjalistyczne zestawy do mycia zewnętrznego, składające się ze szczotki lub lancy/pistoletu ciśnieniowego oraz zwijacza węża. Innym przydatnym urządzeniem do tego celu są myjki wysokociśnieniowe używane do mycia samochodów i innych maszyn rolniczych (ciśnienie robocze w zakresie 60–120 barów). Z uwagi na możliwość przedostawania się resztek środków ochrony roślin do wód powierzchniowych wszystkie czynności związane z myciem opryskiwacza należy wykonywać na terenie nie użytkowanym rolniczo, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na którym mogą przebywać ludzie i zwierzęta. Zewnętrzne mycie opryskiwacza najlepiej przeprowadzać w miejscu umożliwiającym skierowanie popłuczyn do zamkniętego systemu zbierania skażonych pozostałości lub do systemu neutralizacji/bioremediacji (np. stanowisko Biobed, Phytobac, Vertibac). W przypadku braku specjalistycznych stanowisk mycie zewnętrzne opryskiwacza można wykonać na polu, na biologicznie aktywnej powierzchni (np. teren zadarniony), cechującej się ograniczonym przesiąkaniem i dobrymi właściwościami biodegradacji zanieczyszczonej wody. Do mycia warto stosować dodatek zalecanych i ulegających szybkiej biodegradacji środków wspomagających efektywność mycia.

Po wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza (np. przesmarowanie wskazanych elementów) zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy należy wykonywać na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Gruntowne zabiegi konserwacyjne trzeba wykonać przed długotrwałym przechowywaniem opryskiwacza, po zakończeniu sezonu. Nieużytkowany i umyty opryskiwacz musi być tak przechowywany, aby nie stwarzał zagrożenia dla ludzi, zwierząt i środowiska.

15. FAZY ROZWOJOWE PSZENICY

Skala BBCH jest uniwersalnym kodem opisującym fazy rozwojowe roślin uprawnych, wykorzystywanym na całym świecie przez służby doradcze, hodowców i producentów środków ochrony roślin. Założenia stosowania skali oparte są na obserwacji faz fenologicznych roślin. Chcąc uniknąć podawania skomplikowanych opisów dotyczących wzrostu i rozwoju rośliny uprawnej, każdej fazie wzrostu i rozwoju rośliny przypisany jest kod dziesiętny, wskazujący w jakiej fazie rozwojowej roślina się znajduje. W wielu przypadkach precyzyjne określenie fazy rozwojowej rośliny uprawnej pozwala na bezpieczną i skuteczną aplikację środków ochrony roślin.

W rozwoju zbóż występuje wszystkie 9 głównych faz rozwojowych: 0 – kiełkowanie, 1 – rozwój liści, 2 – krzewienie, 3 – strzelanie w źdźbło, 4 – nabrzmiewanie pochwy liściowej liścia flagowego, 5 – kłoszenie, 6 – kwitnienie, 7 – rozwój ziarniaków, 8 – dojrzewanie, 9 – zamieranie. Fazy główne podzielone są na fazy podrzędne oznaczone kodami dwucyfrowymi. Pierwsza cyfra zawsze wskazuje główną fazę rozwojową. W skali BBCH arytmetycznie wyższy kod oznacza późniejszą fazę rozwojową rośliny uprawnej. Dzięki systemowi kodowemu można również dokładnie opisać przedział czasowy pomiędzy fazami. Z uwagi na fakt, że na plantacji mogą znajdować się rośliny w różnych fazach rozwojowych, odpowiedni kod przypisuje się tej fazie, w jakiej znajduje się większość roślin w łanie.

Klucz do określania faz rozwojowych pszenicy w skali BBCH

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

00 Suchy ziarniak
01 Początek pęcznienia, ziarniak miękki typowej wielkości
03 Koniec pęcznienia, ziarniak napęczniały
05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z ziarniaka
06 Korzeń zarodkowy wzrasta, widoczne włośniki i korzenie boczne
07 Pochewka liściowa (koleoptyl) wydostaje się z ziarniaka
09 Pochewka liściowa (koleoptyl) przebija się na powierzchnie gleby (pękanie gleby)

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści[1,2]

10 Z pochewki liściowej (koleoptyla) wydobywa się pierwszy liść (szpilkowanie)
11 Faza 1. liścia

12 Faza 2. liścia
13 Faza 3 liścia
1. Fazy trwają aż do …
19 Faza 9 lub więcej liści

Główna faza rozwojowa 2: Krzewienie[3]
20 Brak rozkrzewień
21 Początek fazy krzewienia: widoczne 1 rozkrzewienie
22 Widoczne 2 rozkrzewienia
23 Widoczne 3 rozkrzewienia
2. Fazy trwają aż do …
29 Koniec fazy krzewienia. Widoczna maksymalna liczba rozkrzewień

Główna faza rozwojowa 3: Strzelania w źdźbło, wzrost pędu na długość
30 Początek wzrostu źdźbła: węzeł krzewienia podnosi się, pierwsze międzywęźle zaczyna się wydłużać, szczyt kwiatostanu co najmniej 1 cm nad węzłem krzewienia
31 1 kolanko co najmniej 1 cm nad węzłem krzewienia
32 2 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 1
33 3 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 2
3. Fazy trwają aż do …
37 Widoczny liść flagowy, ale jeszcze nie rozwinięty, kłos zaczyna pęcznieć
39 Faza liścia flagowego: liść flagowy całkowicie rozwinięty, widoczny języczek (ligula) ostatniego liścia

Główna faza rozwojowa 4: Nabrzmiewanie pochwy liściowej liścia flagowego (rozwój kłosa w pochwie liściowej)
41 Początek grubienia (nabrzmiewania) pochwy liściowej liścia flagowego, wczesna faza rozwoju kłosa, wiechy
43 Widoczna nabrzmiała pochwa liściowa liścia flagowego
45 Końcowa faza nabrzmiewania pochwy liściowej liścia flagowego, późna faza rozwoju kłosa, wiechy
47 Otwiera się pochwa liściowa liścia flagowego
49 Widoczne pierwsze ości

Główna faza rozwojowa 5: Kłoszenie
51 Początek kłoszenia: szczyt kwiatostanu wyłania się z pochwy, widoczny pierwszy kłosek
52 Odsłania się 20% kwiatostanu
53 Odsłania się 30 % kwiatostanu
54 Odsłania się 40 % kwiatostanu

55 Odsłania się 50 % kwiatostanu
56 Odsłania się 60 % kwiatostanu
57 Odsłania się 70 % kwiatostanu
58 Odsłania się 80 % kwiatostanu
59 Zakończenie fazy kłoszenia, wszystkie kłoski wydobywają się z pochwy, kłos (wiecha) całkowicie widoczny

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie
61 Początek fazy kwitnienia: widoczne pierwsze pylniki
65 Pełnia fazy kwitnienia, wykształconych 50% pylników
69 Koniec fazy kwitnienia, wszystkie kłoski zakończyły kwitnienie, widoczne zaschnięte pylniki

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój ziarniaków
71 Dojrzałość wodna: pierwsze ziarniaki wodniste, osiągnęły połowę typowej wielkości
73 Początek dojrzałości mlecznej
75 Pełna dojrzałość mleczna ziarniaków, ziarniaki osiągnęły typową wielkość, źdźbło zielone
77 Dojrzałość późno–mleczna ziarniaków

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie
83 Początek dojrzałości woskowej ziarniaków
85 Dojrzałość woskowa miękka, ziarniaki łatwo rozcierają się między palcami
87 Dojrzałość woskowa twarda, ziarniaki łatwo łamać paznokciem
89 Dojrzałość pełna, ziarniaki twarde, trudne do podzielenia paznokciem

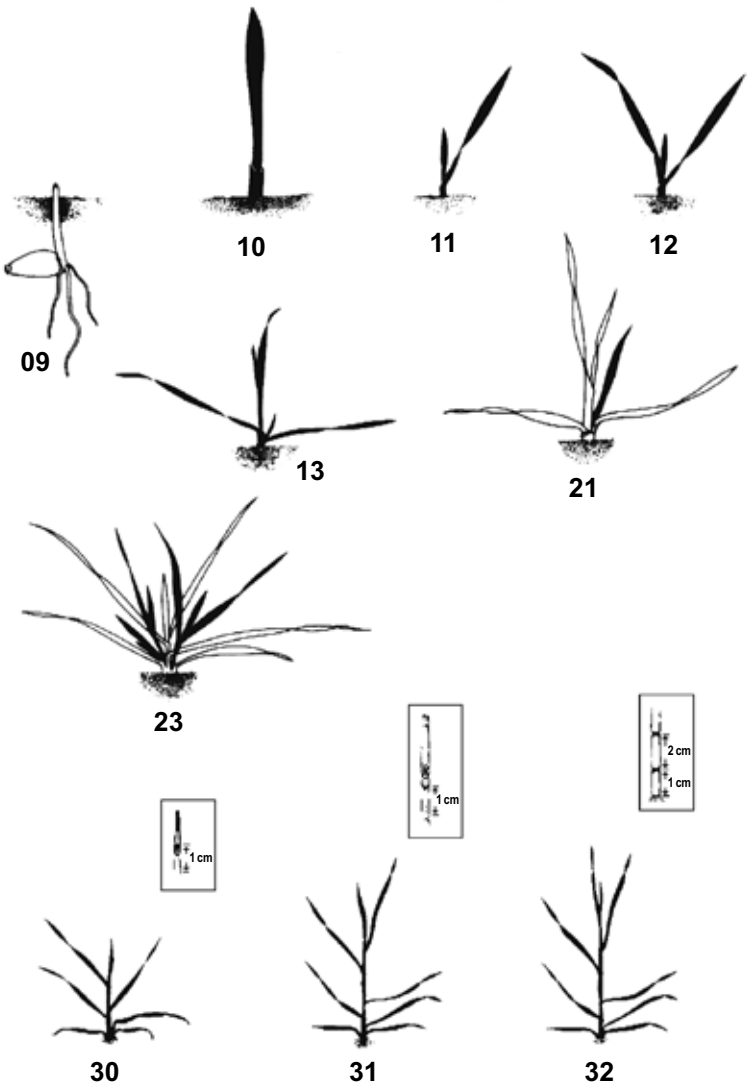
Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie
92 Dojrzałość martwa, ziarniaki bardzo twarde, nie można w nie wbić paznokcia
93 Ziarniaki luźno ułożone w kłosie, mogą się osypać
97 Roślina więdnie i zamiera
99 Zebrane ziarno, okres spoczynku

[1] liść jest rozwinięty wówczas, gdy widoczny jest jego języczek (ligula) lub szczyt następnego liścia.

[2] krzewienie lub wydłużanie łodygi może nastąpić wcześniej niż w fazie 13, wówczas opis kontynuowany jest w fazie 21

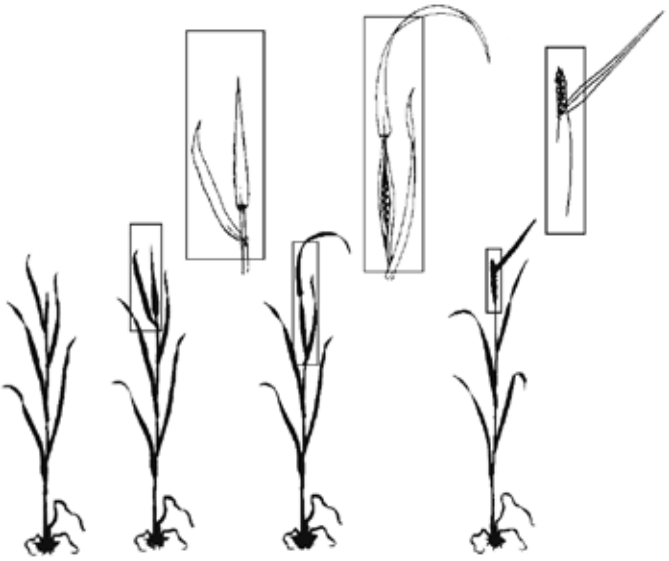
[3] jeżeli wydłużenie pędu zaczyna się przed końcem krzewienia wówczas opis kontynuowany jest w fazie 30

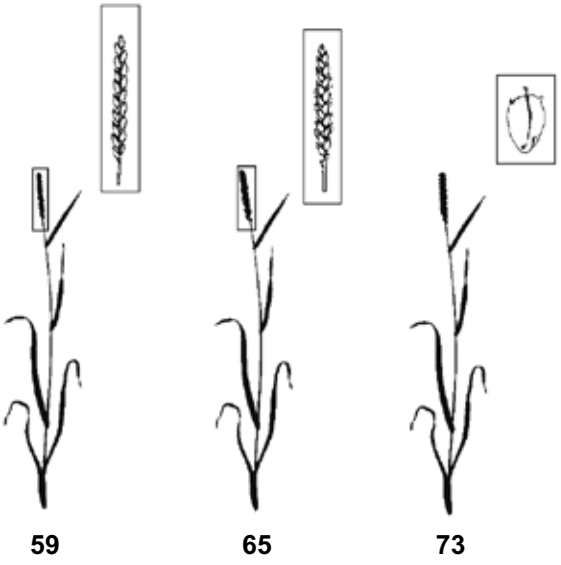
Zboża



© 1989: Bayer AG

Zboża





16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI

16.1. Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin

Obowiązek prowadzenia dokumentacji dotyczącej stosowania środków ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych wynika z art. 67 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy jak: nazwa środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar (lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin. 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.

Dokumentację można prowadzić według poniższego schematu (tab. 43).

Prowadzona starannie dokumentacja jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania. Ewidencja zabiegów ma także duże znaczenie w przypadku wykonywania zabiegów, w trakcie których mogło dojść do wystąpienia m. in.: zatrucia osób lub pszczół, uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka w produkcji rolniczej może być również pomocna przy wyborze roślin następczych w płodozmianie.

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników stosowania zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy kontrolnej (tab. 44).

Tabela 43. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

Lp.	Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola	Zastosowany środek ochrony roślin			Przyczyna zastosowania środka ochrony roślin z podaniem nazwy choroby, szkodnika lub chwastu	Uwagi		
						nazwa handlowa	nazwa substancji czynnej	dawka [l/ha], [kg/ha] lub stężenie [%]		faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Źródło: Bereś i Mrówczyński (2013)

Tabela 44. Lista kontrolna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin

I. Działania w celu zapobiegania lub ograniczenia występowania organizmów szkodliwych	**Tak/Nie**	**Nie dotyczy**	**Uwagi**
Płodozmian, termin siewu lub sadzenia	❑ / ❑	❑	
Agrotechnika uprawy	❑ / ❑	❑	
Stosowanie odmian odpornych/ tolerancyjnych oraz materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie zgodnie z przepisami o nasiennictwie	❑ / ❑	❑	
Biologiczne i mechaniczne zwalczanie organizmów szkodliwych	❑ / ❑	❑	
Zrównoważone nawożenie, nawadnianie i wapnowanie	❑ / ❑	❑	
Stosowanie środków higieny (np. czyszczenie i dezynfekcja maszyn, sprzętu, powierzchni magazynowych, monitorowanie stanu ziemiopłodów przed ich zmagazynowaniem itp.)	❑ / ❑	❑	
Inne, wskazać jakie	❑ / ❑	❑	
II. Korzystanie z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o zwalczaniu organizmów szkodliwych	❑ / ❑	❑	
monitorowanie organizmów szkodliwych	❑ / ❑	❑	
progi ekonomicznej szkodliwości	❑ / ❑	❑	
opracowania naukowe, dane meteorologiczne	❑ / ❑	❑	
korzystanie z usług doradczych w integrowanej ochronie roślin	❑ / ❑	❑	
III. Podejmowanie działań w celu minimalizowania zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
stosowanie selektywnych środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
ograniczenie liczby zabiegów	❑ / ❑	❑	
redukowanie dawek	❑ / ❑	❑	
przemienne stosowanie środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
IV. Czy w ocenie profesjonalnego użytkownika stosowane działania i metody integrowanej ochrony roślin są efektywne?	❑ / ❑	❑	

Źródło: PIORiN

Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem realizacji zasad integrowanej ochrony roślin wiąże się z wypełnieniem podstawowych wymogów prawnych dotyczących posiadanej dokumentacji, środków ochrony roślin oraz prawidłowości wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin. Poniżej zamieszczone punkty umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikować spełnienie 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;
- 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 wpisanych do rejestru środków dopuszczonych do obrotu zezwoleniem/pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa;
- używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin;
- prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin;
- przestrzeganie okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami.

16.2. Dokumentacja w integrowanej produkcji roślin

W przypadku, kiedy producent ubiega się o certyfikat integrowanej produkcji roślin, to zobowiązany jest do dokumentowania prowadzonych działań związanych z produkcją roślin w notatniku integrowanej produkcji roślin. Wzór notatnika IP, Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi określił w rozporządzeniu z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie dokumentowania działań związanych z integrowaną produkcją roślin (Dz.U. poz. 788). Prawidłowo i na bieżąco prowadzony notatnik IP stanowi jeden z niezbędnych elementów wymaganych przez podmioty certyfikujące do wydania certyfikatu integrowanej produkcji roślin.

Do notatnika integrowanej produkcji roślin producent ubiegający się o certyfikat IP zobowiązany jest wpisać informacje dotyczące prowadzonej uprawy oraz pól wraz z planem sytuacyjnym. Wpisywane w części początkowej notatnika informacje powinny uwzględniać ogólne dane dotyczące prowadzonego gospodarstwa, posiadanego sprzętu do stosowania środków ochrony roślin oraz ich operatorów, płodozmianu, materiału siewnego lub nasion przeznaczonych do siewu wraz z informacją dotyczącą wysiewu. Następną częścią notatnika jest dział dotyczący analiz gleby i roślin oraz nawożenia. W tym dziale należy odnotować informacje dotyczące przeprowadzonych analiz nawozowych ze szczególnym uwzględnieniem wskazanych w metodykach IP. Analizy są podstawową czynnością mającą wpływ na prawidłowe ustalenie potrzeb nawozowych roślin, w związku z tym ta czynność powinna być obowiązkowo wykonana i odnotowana w notatniku. W tabelach dotyczących nawożenia producent notuje wszystkie zastosowane nawozy organiczne, mineralne oraz wapnowanie z uwzględnieniem rodzaju nawozu wraz z dawką i miejscem jego stosowania. W przypadku integrowanej produkcji nawożenie dolistne powinno być skorelowane z obserwacjami zaburzeń fizjologicznych. Producent jest zobowiązany do prowadzenia systematycznych lustracji plantacji pod kątem występowania chorób fizjologicznych i każdorazowo ten fakt odnotować.

Podstawowym elementem notatnika IP jest tabela „Obserwacje kontrolne i rejestr zabiegów biologicznej i chemicznej ochrony roślin". Producent zobowiązany jest do prowadzenia systematycznych lustracji i każdorazowego odnotowania tego faktu w części tabeli dotyczącej obserwacji zdrowotności roślin. W przypadku stwierdzenia nasilenia występowania agrofagów ponad poziom określony w metodyce i wykonania zabiegu ochrony roślin należy ten fakt skrupulatnie odnotować. Obowiązkowo należy ewidencjonować użyte herbicydy i inne środki chemiczne. W notatniku IP znajduje się również miejsce do odnotowywania agrotechnicznych zabiegów uprawowych oraz niechemicznych metod zapobiegania występowaniu i zwalczania chwastów. W części końcowej notatnika IP producent odnotowuje informacje dotyczące zbiorów, spełnienia wymagań

higieniczno-sanitarnych oraz wymagań z zakresu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi.

Prowadzenie notatnika zwalnia producenta z obowiązku prowadzenia dodatkowej dokumentacji zabiegów dla zgłoszonej uprawy, ponieważ wszystkie wymogi w tym zakresie, określone rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. i ustawą o ośrodkach ochrony roślin są spełnione. W takim przypadku producent obowiązany jest przechowywać notatnik przez okres 3 lat (tab. 45).

Tabela 45. Lista Kontrolna IP dla upraw rolniczych

Wymagania podstawowe (zgodność 100%, tj. 28 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/ NIE**	**Komentarz**
1	Czy producent prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora?	❑ / ❑	
2	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	❑ / ❑	
3	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	❑ / ❑	
4	Czy Notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	❑ / ❑	
5	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	❑ / ❑	
6	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	❑ / ❑	
7	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	❑ / ❑	
8	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam gdzie jest to uzasadnione?	❑ / ❑	
9	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam gdzie to jest możliwe)?	❑ / ❑	
10	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	❑ / ❑	
11	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie - roślinie?	❑ / ❑	
12	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	❑ / ❑	

Tabela 45. Cd.

13	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4 m/s)?	❑/❑	
14	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	❑/❑	
15	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum ?	❑/❑	
16	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	❑/❑	
17	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	❑/❑	
18	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	❑/❑	
19	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	❑/❑	
20	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	❑/❑	
21	Czy opryskiwacze wymienione w Notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	❑/❑	
22	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	❑/❑	
23	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwacza?	❑/❑	
24	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	❑/❑	
25	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym, zamkniętym pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	❑/❑	
26	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	❑/❑	
27	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	❑/❑	
28	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony pożytecznych organizmów?	❑/❑	
	Suma punktów		

Tabela 45. Lista Kontrolna IP dla upraw rolniczych – cd.

Wymagania dodatkowe dla polowych upraw rolniczych (zgodność min. 50%, tj. 8 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/ NIE**	**Komentarz**
1	Czy uprawiane odmiany roślin zostały dobrane pod kątem integrowanej produkcji roślin?	❑/❑	
2	Czy każde pole jest oznaczone zgodnie z wpisem w Notatniku IP?	❑/❑	
3	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	❑/❑	
4	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami IP?	❑/❑	
5	Czy w uprawach jest stosowany zalecany międzyplon?	❑/❑	
6	Czy w gospodarstwie prowadzi się działania ograniczające erozję gleby?	❑/❑	
7	Czy do wykonania zabiegu były używane opryskiwacze wyszczególnione w notatniku IP?	❑/❑	
8	Czy maszyny do stosowania nawozów są utrzymane w dobrym stanie technicznym?	❑/❑	
9	Czy maszyny do stosowania nawozów umożliwiają dokładne ustalenie dawki?	❑/❑	
10	Czy każde zastosowane nawożenie jest zanotowane z uwzględnieniem formy, rodzaju, daty stosowania, ilości oraz miejsca stosowania i powierzchni?	❑/❑	
11	Czy nawozy są magazynowane w oddzielnym, wyznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	❑/❑	
12	Czy producent zabezpiecza puste opakowania po środkach ochrony roślin przed dostępem osób postronnych?	❑/❑	
13	Czy producent posiada odpowiednio przygotowane miejsce do zbierania odpadów i odrzuconych płodów rolnych?	❑/❑	
14	Czy w pobliżu miejsc pracy znajdują się apteczki pierwszej pomocy medycznej?	❑/❑	
15	Czy w gospodarstwie są wyraźnie oznaczone miejsca niebezpieczne np. miejsca przechowywania środków ochrony roślin?	❑/❑	
	Suma punktów		

Tabela 45. Cd.

Zalecenia (realizacja min. 20%, tj. 2 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/ NIE**	**Komentarz**
1	Czy dla gospodarstwa są sporządzone mapy glebowe?	☐/☐	
2	Czy nawozy nieorganiczne są magazynowane w czystym i suchym pomieszczeniu?	☐/☐	
3	Czy wykonano analizę chemiczną nawozów organicznych na zawartość składników pokarmowych?	☐/☐	
4	Czy oświetlenie w pomieszczeniu, gdzie przechowywane są środki ochrony roślin umożliwia odczytywanie informacji zawartych na opakowaniach środków ochrony roślin?	☐/☐	
5	Czy producent wie, jak należy postępować w przypadku rozlania lub rozsypania się środków ochrony roślin i czy ma narzędzia do przeciwdziałania takiemu zagrożeniu?	☐/☐	
6	Czy producent ogranicza dostęp do kluczy i magazynu, w którym przechowuje środki ochrony roślin, osobom niemającym uprawnień w zakresie ich stosowania?	☐/☐	
7	Czy producent przechowuje w gospodarstwie tylko środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawianych przez siebie gatunkach?	☐/☐	
8	Czy producent pogłębia wiedzę na spotkaniach, kursach lub konferencjach poświęconych integrowanej produkcji roślin?	☐/☐	
9	Czy producent korzysta z usług doradczych?	☐/☐	
	Suma punktów		

17. LITERATURA

Adamczewski K., Dobrzański A. 2012. Przyszłość herbologii w zmieniającym się rolnictwie. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (4): 867–878.

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

Bałazy S. 2000. Zróżnicowanie grup funkcjonalnych grzybów entomopatogenicznych. Biotechnologia 3: 11–32.

Banaszak J. 1993. Ekologia pszczół. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 263 ss.

Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 255 ss. ISBN 83-09-01231-4.

Bieniek J. 2011. Kombajnowy zbiór zbóż. Ekspertyza. Publikacja dostępna w serwisie www.agengpol.pl

Blecharczyk A., Sierpowski J., Sawińska Z. 2006. Wpływ systemów uprawy roli na występowanie chorób w monokulturze pszenicy ozimej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (2) : 677–680.

Bobek B., Frąckowiak W., Furtek J., Kopeć K., Wojciuch-Płoskonka M., Ziobrowski M., Ziółkowska E. 2015. Dynamika liczebności i pozyskania dzikich kopytnych w Polsce. s. 51–70. W: „Łowiectwo w Polsce w XXI wieku – realia i oczekiwania" (S. Gorczyca, red.). 223 ss.

Bobek B., Morow K., Perzanowski K., Kosobucka M. 1992. Jeleń. Monografia Przyrodniczo – Łowiecka. [The Red Deer – monograph]. Wydawnictwo Świat, 200 ss.

Boczek J. 1995. Nauka o szkodnikach roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 432 ss.

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

Böye J., Ignatowicz S., Lange H., Mück O., Mueller D.K., Navarro S., Sotiroudas V. Hofmeier H., Hemptinne G.J., Hemptinne A., Rübsamen B. 2006. Szkoleniowa i techniczna pomoc we wdrażaniu technologii alternatywnych dla bromku metylu w sektorze „po zbiorze" w krajach z gospodarką w okresie przejściowym. Podręcznik szkoleniowy. Wydano ze środków UNEP, 100 ss.

Budzyński W., Szempliński W. 2003. Rośliny zbożowe. s. 33–132. W: „Szczegółowa Uprawa Roślin" (Z. Jasińska, A. Kotecki, red.). Akademia Rolnicza, Wrocław, 510 ss.

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

Czaczyk Z. 2012. Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.

Dąbrowski Z.T. 2007. Metody prognozowania, sygnalizacji i monitoringu pojawiania się szkodników oraz progi ich zagrożenia i ekonomicznej szkodliwości. s. 33–41. W: „Integrowana Produkcja Roślinna. Zagadnienia Wybrane" (J. Podleśny, red.). Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 212 ss.

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

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

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 17 ss. 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.

Dreszer K., Gieroba J., Roszkowski A. 1998. Kombajnowy zbiór zbóż. Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa, 212 ss.

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

Fiedorow Z., Gołębniak B., Weber Z. 2004. Choroby Roślin Rolniczych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Poznań, 188 ss.

Fotyma E. 2002. Nawożenie azotem. s. 210–222. W: „Produkcja i Rynek zbóż". Wieś Jutra, Warszawa.

Główny Urząd Statystyczny: www.stat.gov.pl

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

Grabiński J., Mazurek J. 1998. Wpływ pochodzenia materiału siewnego i zaprawiania na plonowanie pszenicy jarej. Materiały z Konferencji: „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy". Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 87 ss.

Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 332 ss.

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

Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M. 2013. Atlas szkodników i owadów pożytecznych w integrowanej ochronie roślin. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 248 ss.

Horoszkiewicz-Janka J., Korbas M., Mrówczyński M., Jajor E., Paradowski A., Igras J., Gaj R., Grzebisz W., Matysiak K., Podolska G., Pruszyński G., Rutkowska A., Sułek A., Tratwal A., Wachowiak H., Zych J., Michalski T., Olejarski P. 2013. Metodyka integrowanej ochrony pszenicy ozimej i jarej dla producentów (J. Horoszkiewicz-Janka, M. Korbas, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 249 ss. ISBN 978-83-89867-98-8.

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

Jadczyszyn T., Kowalczyk J., Lipiński W., 2010. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 65 ss.

Kierzek R., Matysiak K., Węgorek P., Zamojska J., Dworzańska D., Korbas M., Piszczek J., Olejarski P., Danielewicz J. 2015. Strategia przeciwdziałania odporności chabra bławatka i miotły zbożowej na herbicydy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 12 ss.

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

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

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

Korbas M. 2007a. Choroby i Szkodniki Zbóż. Multum H.M. Mikołajczak, Poznań, 88 ss.

Korbas M. 2007b. Prognozowanie i sygnalizacja terminów zabiegów ochrony roślin przeciwko sprawcom chorób zbóż. s. 7–52. W: „Poradnik Sygnalizatora Ochrony Zbóż" (F. Walczak, red.). Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 111 ss.

Korbas M., Czubiński T., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Danielewicz J. 2015a. Atlas chorób roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze Sp. z o.o., 368 ss. ISBN 978-83-61078-53-1.

Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2016. Atlas chorób roślin rolniczych. Hortpress Sp z o.o., 212 ss. ISBN 978-83-61574-99-6.

Korbas M., Mrówczyński M. (red.) 2010. Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 140 ss.

Korbas M., Mrówczyński M., Paradowski A., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Pruszyński G. 2008. Ochrona roślin w integrowanej produkcji pszenicy. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (4): 1502–1515.

Korbas M., Paradowski A., Węgorek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Danielewicz J., Czyczewski M., Dworzańska D. 2017a. Vademecum środków ochrony roślin. Wydawnictwo Agronomiczne, Poznań, 676 ss. ISBN: 978-83-947740-0-4.

Korbas M., Piszczek J., Pieczul K., Danielewicz J., Węgorek P., Zamojska J., Kierzek R., Matysiak K., Buchowska-Ruszkowska M., Olejarski P., Dworzańska D. 2015b. Strategia przeciwdziałania odporności grzybów powodujących łamliwość źdźbła zbóż i chwościka buraka na fungicydy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 8 ss.

Kordas L. 2006. Porażenie pszenicy ozimej przez *Gaeumannomyces graminis* uprawianej tradycyjnie i w siewie bezpośrednim. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (2): 708–711.

Kozdrowski R., Dubiel A. 2004. Biologia rozrodu dzika. Medycyna Weterynaryjna 60: 1251-1253.

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

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2011. Fitopatologia. Tom 2. Choroby roślin uprawnych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 464 ss.

Kulczycki G., Sowiński J., Grocholski J. 2006. Reakcja odmiany pszenicy na stosowane regulatory wzrostu. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (2): 246-248.

Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Warszawa, Wydawnictwo Wieś Jutra. 211 ss. ISBN: 83-89503-08-5.

Matysiak K. 2006. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter Wheat. Journal of Plant Protection Research 46 (2): 133–144.

Michalski T., Weber Z., Gołębniak B., Osiecka B., Bieliński S. 1996. Uprawa mieszanek jako agrotechniczna metoda ochrony zbóż przed chorobami. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 36: 229–235.

Michener C.D. 2007. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press, 972 ss.

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

Mrówczyński M. (red.). 2013b. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom II. Zastosowanie integrowanej ochrony. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne Sp. z o.o., Poznań, 286 ss.

Mrówczyński M., Czubiński T., Klejdysz T., Kubasik W., Pruszyński G., Strażyński P., Wachowiak H. 2017. Atlas szkodników roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, 368 ss.

Nawrot J. 2001. Owady – szkodniki magazynowe. Themar, Warszawa, 149 ss.

Nawrot J., Olejarski P. 2002. Integrowane programy zwalczania szkodników magazynowych. Ochrona Roślin 11/12: 14–15.

Nawrot J., Olejarski P. 2007. Alternatywne metody zwalczania owadzich szkodników magazynowych. Fragmenta Agronomica 4: 32–40.

Neethirajan S., Karunakaran C., Jayas D.S., White N.D.G. 2007. Detection techniques for stored–product insects in grain. Food Control 18 (2): 157–162.

Nespiak A., Opyrchałowa J. 1979. Choroby i szkodniki roślin rolniczych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 223 ss.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (*Coleoptera, Carabidae*) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. s. 197-198. W: 55 Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego, streszczenia.

Noworolnik K. 2006. Określanie gęstości siewu zbóż w zależności od warunków siedliskowo-agrotechnicznych. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Instrukcja upowszechnieniowa 110, 13 ss.

Olejarski P. (red.). 2016. Zalecenia Ochrony Roślin 2016/2017. Cz. II. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, 400 ss.

Olejarski P. 2005a. Przygotowanie ziarna zbóż do przechowywania. Ochrona Roślin 10: 7–10.

Olejarski P. 2005b. Zagrożenia dla zmagazynowanych zbóż. s. 87-90. W: „Zboże wysokiej jakości. Poradnik dla producentów". Dodatek do Agro Serwisu.

Parylak D., Kordas L. 2001. Wpływ czynników agrotechnicznych na porażenie pszenicy ozimej przez zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 41 (2): 762–765.

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

Popczyk B. 2016. Zarządzanie populacją dzika Sus scrofa w Polsce. s. 29–45. W: „Zarządzanie populacjami zwierząt", Warszawa.

Pruszyński G. 2007. Zapobieganie zatruciom pszczół w zabiegach ochrony roślin. Fragmenta Agronomica 4 (96): 120-126.

Pruszyński G. 2009. Ochrona entomofauny pożytecznej na plantacjach pszenicy. s. 145-148. W: „Integrowana produkcja pszenicy ozimej i jarej". Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań.

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

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 56 ss. ISBN 978-83-60232-39-2.

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

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

Pruszyński S., Pruszyński G. 2006. Ochrona entomofauny w polskim ustawodawstwie ochrony roślin. Wiadomości Entomologiczne 25 (2): 169–177.

Przybył J., Sęk T. 2010. Zbiór zbóż i roślin podobnych technologicznie. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 251 ss.

Rajendran S. 2005. Detection of infestation in stored foods. p. 163–232. W: "Advances in Food and Nutrition Research" (S.L. Taylor, red.) vol. 49. Elsevier Academic Press.

Ruszkowska M., Strażyński P. 2007. Mszyce na oziminach. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 23 ss.

Ruszkowska M., Strażyński P. 2010. Chrońmy zboża przed mszycami. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 8 ss.

Ryniecki A, Szymański P. 1999. Dobrze przechowane zboże. Poradnik. MR INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych, Poznań.

Sawinska Z., Małecka I. 2005. Dynamika rozwoju chorób podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej w różnych systemach uprawy roli. Progress in Plant Protection/Postępy Ochrony Roślin 45 (2): 1061–1064.

Skubida P. 2007. Zatrucia pszczół, jako czynnik powodujący istotne straty w pszczelarstwie. Pszczelarz Polski 5 (127): 10-12.

Smagacz J. 2007. Rola zmianowania w integrowanej produkcji roślinnej. s. 147–154. W: „Integrowana Produkcja Roślinna. Zagadnienia Wybrane" (J. Podleśny, red.). Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 212 ss.

Sosnowska D. 2000. Nicieniobójcze grzyby w biologicznym zwalczaniu fitopatogennych nicieni. Ochrona Roślin 7: 36-37.

Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. Ochrona Roślin 7: 6–7.

Sosnowska D., Bourne J.M., Kerry B.R. 2001. Rozwój i infekcyjność *Verticillium chlamydosporium* w biologicznym zwalczaniu *Meloidogyne hapla* Chitwood w zależności od różnych temperatur. Progres in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 42 (2): 634-637.

Sosnowska D., Fiedler Ż. 2013. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych. s. 45-59. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych" (Marek Mrówczyński, red.) Tom I. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 156ss. ISBN 978-83-09-01152-1.

Strażyński P. 2016. Występowanie i zwalczanie szkodników w trakcie wegetacji zbóż. Wieś Jutra 2 (187): 24–28.

Strażyński P. 2017. Zwalczanie szkodników w zbożach. Wieś Jutra 2 (191): 14–17.

Strażyński P., Mrówczyński M. 2017a. Jesienne szkodniki zbóż. Wiadomości Rolnicze Polska 10: 4–5.

Strażyński P., Mrówczyński M. 2017b. Mszyce – kosztowne szkodniki zbóż. Farmer 5: 70–73.

Strażyński P., Mrówczyński M. 2017c. Zwalczanie skrzypionek w zbożach. Farmer 5: 68–69.

Strażyński P., Mrówczyński M. 2017d. Zwalczanie szkodników. Agroserwis 19-20: 19–21.

Sułek A. 2009a. Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie oraz zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. Fragmenta Agronomica 26 (2): 138–144.

Sułek A. 2009b. Wpływ warunków glebowych na plonowanie oraz jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Pamiętnik Puławski 152: 277–285.

Sułek A., Podolska G. 2008. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra w zależności od dawki i terminu stosowania azotu. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 7 (1): 103–110.

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

Tkaczuk C. 2008. Występowanie i potencjał infekcyjny grzybów owadobójczych w glebach agrocenoz i środowisk seminaturalnych w krajobrazie rolniczym. Rozprawa Naukowa 94. Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, 160 ss.

Tratwal A., Bereś P., Korbas M., Danielewicz J., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Strażyński P., Kubasik W., Klejdysz T., Węgorek P., Zamojska J., Dworzańska D., Barłóg P. 2017. Poradnik sygnalizatora ochrony zbóż. (A. Tratwal, W. Kubasik, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 247 ss.

Trojanowska K. 2002. Zagrożenia ze strony mikroflory występującej na ziarnie zbożowym i jego przetworach. Przegląd Zbożowo – Młynarski 2: 9–12.

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

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 7a (23): 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" (M. Mrówczyński, red.) tom I. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss. ISBN 978–83–09–01152–1.

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 – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 12 ss.

Węgorek P. 2011. Damage caused by game animals and other mammal or bird species in agricultural crops and woodlands – ethological aspect, prevention possibilities. Institute of Plant Protection – National Research Institute, Poznań, 72 pp.

Węgorek P., Korbas M., Zamojska J., Bandyk A. 2011. Wpływ wielkości i rodzaju uszkodzeń rzepaku ozimego przez zwierzęta łowne na plonowanie roślin. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (1): 227–231.

Wiech K. 1997. Pożyteczne Owady i inne Zwierzęta. Medix Plus, Poznań, 115 ss.

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

www.minrol.gov.pl

ISBN 978-83-64655-33-3