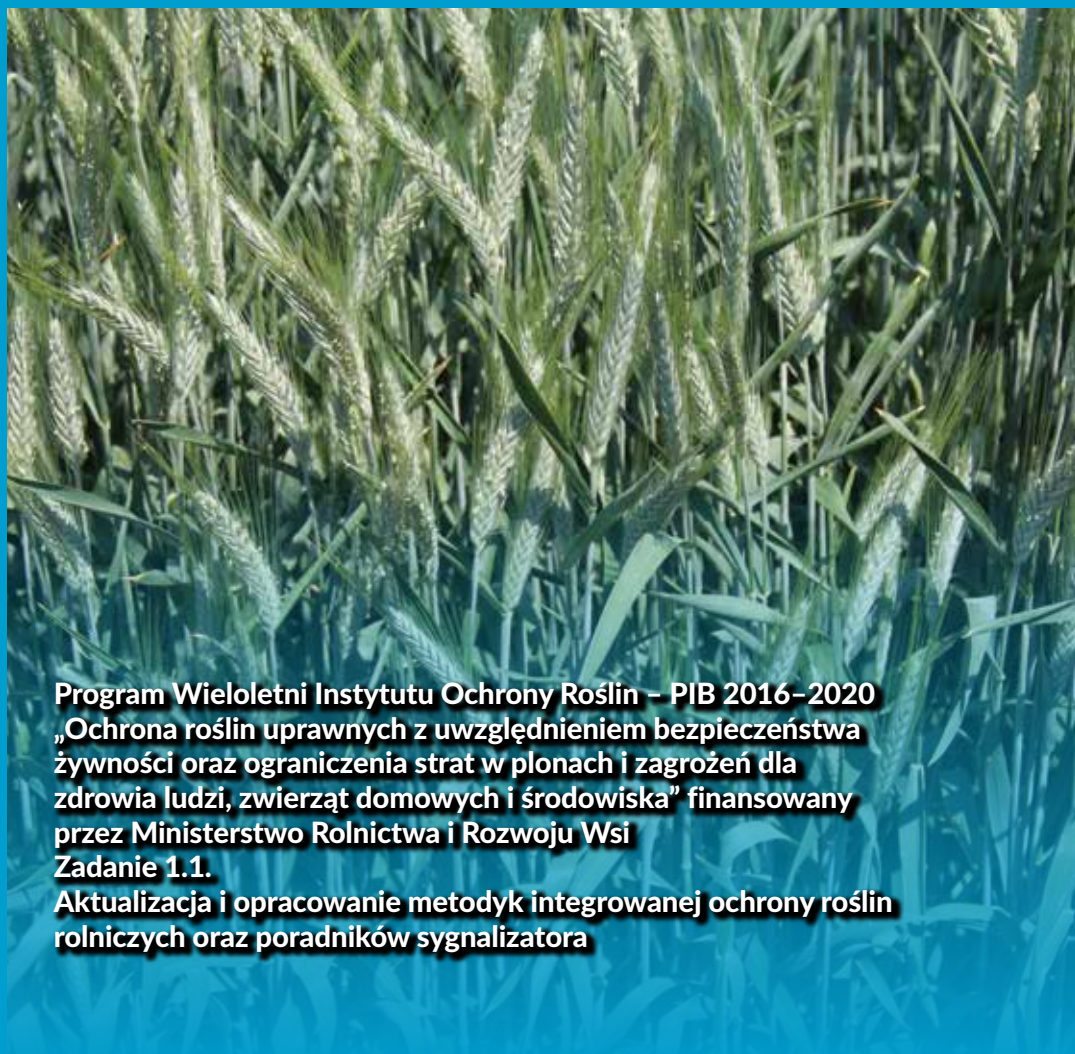
INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta

dla doradców



Program Wieloletni Instytutu Ochrony Roślin – PIB 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska" finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Zadanie 1.1.
Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin rolniczych oraz poradników sygnalizatora

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego

dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
dr Joanny Horoszkiewicz-Janka, prof. dr. hab. Marka Korbasa,
dr. Przemysława Strażyńskiego i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

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

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

POZNAŃ 2018

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
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:
dr Joanny Horoszkiewicz-Janka, prof. dr. hab. Marka Korbasa,
dr. Przemysława Strażyńskiego i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:
dr hab. Katarzyna Panasiewicz[2]

Autorzy opracowania:
dr Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
dr Joanna Zamojska[1]
prof. dr hab. Marek Korbas[1]
dr inż. Grzegorz Pruszyński[1]
dr inż. Przemysław Strażyński[1]
dr inż. Paweł Olejarski[1]
prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
prof. dr hab. Jacek Przybył[2]
mgr inż. Jakub Danielewicz[1]
prof. dr hab. Paweł Węgorek[1]
dr hab. Bogusława Jaśkiewicz[4]
dr Grzegorz Gorzała[3]
prof. dr hab. Grażyna Podolska[4]
dr Katarzyna Nijak[1]
dr Tomasz Klejdysz[1]
mgr inż. Andrzej Najewski[5]
dr Ewa Jajor[1]
mgr inż. Aneta Popek[5]
dr hab. Roman Kierzek[1]
mgr inż. Andrzej Obst[6]
dr hab. Kinga Matysiak[1]
dr hab. Jacek Piszczek[1]
mgr Krystyna Miklaszewska[1]
dr hab. Henryk Ratajkiewicz[2]
inż. Adam Paradowski[1]

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

Autorzy zdjęć:
Jakub Danielewicz, Roman Kierzek, Tomasz Klejdysz, Marek Korbas, Katarzyna Nijak, Henryk Ratajkiewicz, Przemysław Strażyński

Korekta redakcyjna:
Hanna Kazikowska

ISBN 978-83-64655-48-7

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

Nakład: 50 egz. Ark. wyd. 15,4
Skład i łamanie: Wojciech Szybisty
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 5

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN 7

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PSZENŻYTA 16

3.1. Stanowisko i płodozmian 16
3.2. Przygotowanie gleby 20
3.3. Zintegrowany system nawożenia 24
3.4. Dobór odmian 38
3.5. Siew 45

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA 52

4.1. Niechemiczne metody odchwaszczania 52
4.2. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 54
4.3. Zapobieganie wyleganiu 56
4.4. Ułatwienie zbioru 58

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB 59

5.1. Najważniejsze choroby 59
5.2. Niechemiczne metody ochrony 73
5.3. Chemiczne metody ochrony 76

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI 83

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników 83
6.2. Niechemiczne metody ochrony 102
6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 103
6.4. Chemiczne metody ochrony 105

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN 106

7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 106
7.2. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 115
7.3. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin 118

8. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH 123

9. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH 133

10. OCHRONA ZAPYLACZY 142

11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE..... 145

12. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN..... 148

13. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU..... 156

14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 167

14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin.....167
14.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin 168
14.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania.....181

15. FAZY ROZWOJOWE PSZENŻYTA W SKALI BBCH..... 185

16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTA KONTROLNA 191

17. LITERATURA..... 196

1. WSTĘP

Pszenżyto ozime jest ważnym gatunkiem zajmującym wysoką pozycję w powierzchni uprawy zbóż. Dodatkowo trzeba też uwzględnić areał, który zwiększa się dzięki temu, że wysiewane są również odmiany pszenżyta jarego. Powierzchnia uprawy pszenżyta ulega w latach niewielkim zmianom. W ostatnich latach i obecnie wynosi ona w przybliżeniu około 1 miliona hektarów. Polska jest ważnym krajem produkującym pszenżyto. Ogólna liczba zarejestrowanych odmian pszenżyta w CCA – 37 edycja (Wspólnotowy Katalog Odmian) wynosiła ogółem 334 odmiany. W tym 62 odmiany pszenżyta to odmiany polskie. Zajmujemy wśród krajów Unii Europejskiej pierwsze miejsce w tym rankingu. Kilka odmian mniej w porównaniu z Polską mają Francja i Niemcy. W Krajowym Rejestrze zarejestrowanych jest 39 krajowych i 8 zagranicznych odmian pszenżyta. Pozostałe 15 odmian polskich z 62 z CCA zarejestrowanych jest w kilku krajach Unii Europejskiej. Nasz kraj był i jest jednym z wiodących krajów, w którym hoduje się i produkuje odmiany pszenżyta. Już 37 lat temu rozpoczęto uprawę pierwszej polskiej odmiany Lasko, następną odmianą była odmiana Granado. Odmiany te charakteryzowały się wieloma korzystnymi cechami agrośrodowiskowymi, a w tym czasie najważniejszą cechą tych odmian była odporność na porażanie przez tak ważne gospodarczo grzyby, jak: *Blumeria graminis* (mączniak prawdziwy zbóż i traw), *Puccinia recondita* (rdza brunatna), *Puccinia striiformis* (rdza żółta) i *Tilletia caries* (śnieć cuchnąca). Można było w tym czasie stwierdzić, że pszenżyto jest gatunkiem w którym można ograniczyć w dużym stopniu chemiczną ochronę w czasie wegetacji, a także nie trzeba obawiać się obecności śnieci cuchnącej. Odporność na śnieć cuchnącą odmiany pszenżyta utrzymały, ale w pogoni za wysokim plonowaniem pszenżyta utracono odporność tego gatunku na mączniaka prawdziwego zbóż i traw oraz na rdzę brunatną i żółtą. Dzięki ciężkiej pracy hodowców można znaleźć odmiany o wysokiej odporności na te choroby i w pierwszej kolejności odmiany takie należy wykorzystywać, aby realizować jedną z metod ważną w integrowanej ochronie pszenżyta, a mianowicie metodę hodowlaną. Drugą ważną metodą niechemicznego zwalczania, a właściwie w większym lub mniejszym stopniu ograniczania występowania grzybów powodujących choroby, a w szczególności kompleksu chorób podstawy źdźbła jest płodozmian. Długie przerwy w uprawie tego samego gatunku (np. pszenżyta) i roślin zbożowych, to realizowanie przez płodozmian ważnej metody nazywanej metodą agrotechniczną. Bez użycia tych metod integrowana ochrona pszenżyta nie jest w pełni realizowana. Należy starać się spełnić warunek użycia odmiany odpornej na niektóre grzyby chorobotwórcze, wybierając ją do uprawy w gospodarstwie. Podobnie jest

z płodozmianem. Im dłuższa przerwa w uprawie pszenżyta i roślin kłosowych tym lepszy stan fitosanitarny gleby, co skutkuje obniżonym zagrożeniem występowania takich chorób, jak: fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.), łamliwość źdźbła (*Oculimacula* spp.) i ostra plamistość oczkowa (*Rhizoctonia* spp.). Monitorowanie występowania chorób w integrowanej ochronie jest ważne, ponieważ umożliwia ono wczesne wykrycie pojawiania się objawów choroby powodowanej przez grzyby lub inne organizmy chorobotwórcze. Dzięki temu można wykonać we właściwym czasie, skuteczne chemiczne zwalczanie obecności niepożądanych agrofagów. Daje też to szansę na stwierdzenie, że uprawiane odmiany utraciły lub tracą ważną cechę, jaką jest odporność na porażanie przez grzyb chorobotwórczy. Wynika to z tego, że odporność może być przełamana przez patogena, bo rzadko się zdarza, żeby była trwała przez wiele lat. Udział zbóż w powierzchni zasiewów jest znaczący, dlatego pszenżyto wysiewane jest na stanowiskach po innych zbożach. Jest to praktyka, która w integrowanej ochronie występuje i jest dozwolona, ale jeśli jest to możliwe należy takich sytuacji unikać. Pszenżyto warto i trzeba chronić stosując niechemiczne metody walki z agrofagami, ale jeżeli to nie wystarczy, bo spowodowałoby straty w produkcji, to dozwolone jest stosowanie chemicznej ochrony.

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. poprzez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

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

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

czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy i konkretnych warunków pogodowych.

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

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

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

Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem ekonomicznej szkodliwości. Wybierając środki ochrony roślin, należy brać pod uwagę ich selektywność. Ponadto stosowanie środków ochrony roślin powinno być ograniczone do niezbędnego minimum, szczególnie przez redukowanie dawek lub ograniczanie liczby wykonywanych zabiegów.

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

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

Zgodnie z art. 14 ust. 2 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71) państwa członkowskie Unii Europejskiej ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. Szczególnie zapewniają one profesjonalnym użytkownikom dostęp do informacji i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych oraz podejmowania odpowiednich decyzji.

Istotnym wsparciem dla wdrażania zasad integrowanej ochrony roślin będzie, oprócz systemu sygnalizacji agrofagów, udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin 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 prowadzone są szkolenia z zakresu ochrony roślin, ale obecnie należy szczególnie akcentować w ich programach elementy integrowanej ochrony roślin. Istnieje również system kontroli działania sprzętu służącego do zabiegów ochrony roślin. Rolnicy prowadzą także ewidencję wykonanych zabiegów ochronnych.

2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

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

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

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

Integrowana ochrona roślin została również uregulowana przepisami prawa krajowego. Zgodnie z art. 35 ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. 2018 r. poz. 1310) użytkownicy profesjonalni zobowiązani są do:

- stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin,
- prowadzenia chemicznej ochrony w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałania znoszeniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty 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, przestrzegania optymalnych terminów, stosowania właściwej agrotechniki, nawożenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, a w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

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

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

roślin. Rejestr, etykiety zarejestrowanych środków ochrony roślin oraz wyszukiwarka znajdują się na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pod adresem https://www.gov.pl/rolnictwo/ochrona-roslin

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

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

Zgodnie z ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2018 r. poz. 1310) do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych konieczne jest posiadanie odpowiednich kwalifikacji. Zabiegi takie mogą być wykonywane przez osoby, które ukończyły szkolenie:

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

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

dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

W myśl tego rozporządzenia producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach oraz w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą oraz zabezpieczyć tak, że nie zostaną przypadkowo spożyte lub przeznaczone do żywienia zwierząt. Pestycydy mają być również obligatoryjnie zabezpieczone przed dostępem dzieci.

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

materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. Przechowywane pestycydy powinny być pod zamknięciem, które uniemożliwia dostęp osób trzecich.

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

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

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

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

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

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

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

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

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

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

W miejscu składowania środków ochrony roślin niedopuszczalne jest palenie tytoniu i spożywanie posiłków oraz przechowywanie:

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

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

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

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

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

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE PSZENŻYTA

W integrowanej technologii produkcji udział zbóż powinien wynosić 50–66%, co oznacza, że przedplonem dla pszenżyta powinna być roślina dwuliścienna. Najlepszymi przedplonami dla pszenżyta są wczesne strączkowe uprawiane na nasiona, strączkowe wieloletnie, rzepak, a także wczesne i średniowczesne ziemniaki uprawiane na oborniku.

Stanowiska po koniczynie i lucernie oraz ich mieszankach z trawami należy wcześnie przygotować pod zasiew, aby przyspieszyć rozkład resztek pożniwnych i uzupełnić braki wody w glebie. Rośliny zbożowe poza owsem są najgorszymi przedplonami dla pszenżyta, po których plonuje 15–20% niżej niż po przedplonach niezbożowych. Jego wydajność obniża się wraz z wysyceniem zmianowania zbożami. W jednogatunkowej monokulturze zbożowej na glebie kompleksu żytniego dobrego obniżka plonu wynosi 20%, natomiast w gorszych warunkach siedliskowych (kompleks żytni słaby) dochodzi do 35%. Obniżka plonu ziarna pszenżyta w uprawie po zbożach jest związana ze słabszym jego krzewieniem, większym wypadaniem roślin w czasie wegetacji, mniejszą liczbą kłosów na jednostce powierzchni i liczbą oraz masą ziarniaków w kłosie. Jako przedplony zboża ozime zwiększają zachwaszczenie, poza tym pszenżyto ozime jest porażane przez choroby systemu korzeniowego i podstawy źdźbła.

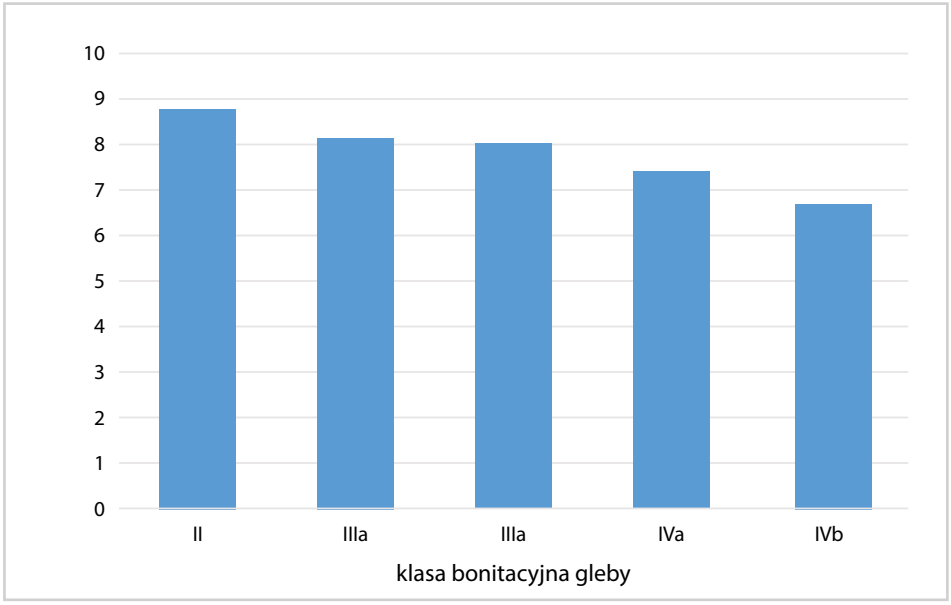
3.1. Stanowisko i płodozmian

Pszenżyto ozime

Najodpowiedniejsze warunki wzrostu i rozwoju pszenżyto ozime znajduje na glebach pszennych oraz żytnich bardzo dobrych i dobrych o odczynie lekko kwaśnym lub zbliżonym do obojętnego (Noworolnik 2009; Jaśkiewicz 2014; Noworolnik i Jaśkiewicz 2018). Stwierdzono duży wpływ składu granulometrycznego gleby na plonowanie gatunków zbóż ozimych (Noworolnik 2009). Najwyższe plony ziarna pszenżyta ozimego uzyskano na glebach klasy II, niższe – na glebach klasy IIIa i klasy IIIb (rys. 1). Znaczniejsze zmniejszenie plonów (odpowiednio 15%, 24%) wystąpiło na klasach: IVa i IVb.

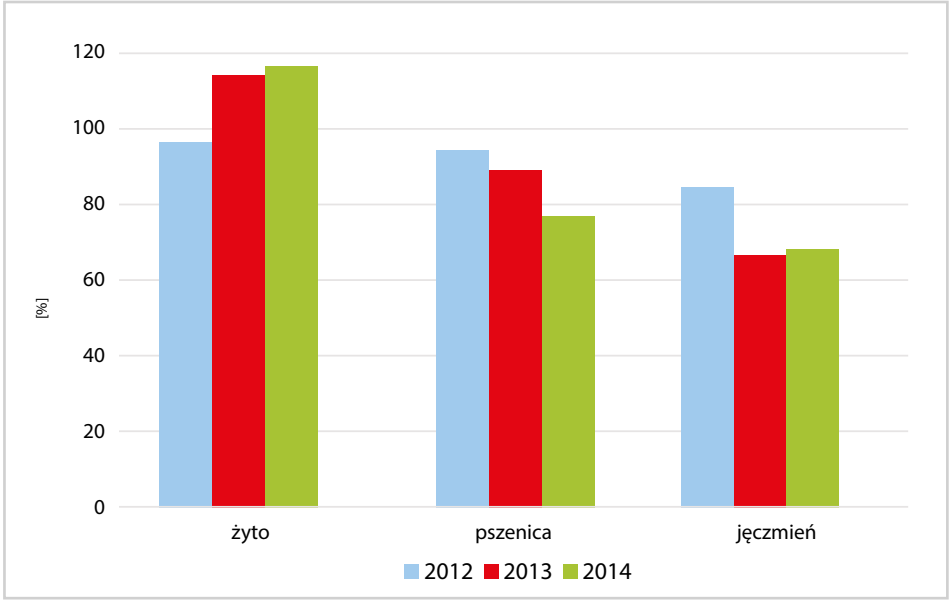
Na glebach kompleksu żytniego słabego wysokich plonów pszenżyta można oczekiwać tylko w warunkach wysokiej kultury roli i po dobrych przedplonach (niezbożowych). Pszenżyto ma dobrze rozwinięty system korzeniowy co powoduje, że wykorzystuje zapasy wody pozimowej (Dmowski i wsp. 2001). Badania Smagacza (1997) oraz Smagacza i Kusia (2010) wykazały, że pszenżyto

Rys. 1. Plony ziarna [t/ha] pszenżyta ozimego (średnio z odmian) w zależności od klasy bonitacyjnej gleby



Źródło: Noworolnik i Jaśkiewicz (2018)

Rys. 2. Plon ziarna innych zbóż ozimych w stosunku do plonów pszenżyta (które przyjęto za 100%) na glebach kompleksów żytnich



Źródło: Smagacz i Kuś (2010)

Tabela 1. Plon ziarna [t/ha] pszenżyta w zależności od stanowiska

Kompleks glebowy	Przed-przedplon	Przedplon	Gatunek	Plon ziarna [t/ha]
Pszenny dobry	pszenżyto ozime	ziemniak	pszenżyto ozime	6,03
Żytni b. dobry	ziemniak	pszenica ozima	pszenżyto ozime	5,33
Żytni b. dobry	ziemniak	pszenżyto ozime	pszenżyto ozime	5,45
Żytni b. dobry	pszenżyto ozime	pszenżyto ozime	pszenżyto ozime	5,16

Źródło: Smagacz i Dworakowski (2004)

ozime na glebach żytnich bardzo dobrych jest zbożem konkurencyjnym w stosunku do pszenicy, żyta i jęczmienia (rys. 2). Wysiewane po peluszce, a także po roślinach kłosowych (po jęczmieniu jarym, pszenżycie ozimym) plonowało o około 11–13% wyżej od żyta uprawianego w analogicznych stanowiskach (Smagacz 1997).

Na glebach kompleksu żytniego dobrego pszenżyto ustępuje żytu pod względem wysokości plonu ziarna o około 12%. Natomiast plonuje wyżej niż pszenica (średnio o 14%) i jęczmień ozimy (średnio o 26%). Na glebach kompleksu żytniego słabego przewaga żyta nad pszenżytem była największa. Na tych glebach poziom plonowania pszenicy i jęczmienia ozimego był podobny i niższy od pszenżyta o około 25%. Pszenżyto reaguje stosunkowo małym spadkiem plonu ziarna na uprawę po sobie (tab. 1). Jednak po dobrym przedplonie (po ziemniakach) wydajność pszenżyta jest zbliżona do wydajności pszenicy ozimej (tab. 1, rys. 2).

Reakcja pszenżyta na jakość gleby może zależeć od właściwości odmian. W przypadku większej dominacji genów żytnich w genotypie pszenżyta, przypuszczalne są mniejsze wymagania glebowe danej odmiany. Większa tolerancja niektórych odmian zbóż na pogarszające się warunki glebowe jest generowana z reguły obszerniejszym systemem korzeniowym, lepszą zdolnością korzeni do pobierania trudno dostępnych składników mineralnych, a także większą odpornością roślin na wyleganie (Budzyński i Szempliński 2003).

W badaniach Noworolnika i Jaśkiewicz (2018) stwierdzono różną reakcję badanych odmian pszenżyta ozimego na warunki glebowe, klasy bonitacyjne i pH gleby. Zniżki plonu ziarna badanych odmian pszenżyta pod wpływem ich uprawy w gorszych warunkach glebowych były niejednakowe. Różnica plonów odmian Baltiko, Sorento i Algoso na glebach kompleksów żytnich w stosunku do kompleksu pszennego dobrego była większa niż odmian: Trigold, Witon, Grenado, Pigmej i Todan. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na uprawę na glebach gorszych klas bonitacyjnych, wyrażona plonem ziarna, była podobna do reakcji tych odmian na stopniowo słabsze kompleksy glebowo-rolnicze. Silniejszą ujemną reakcję na słabsze klasy gleb (IVa i IVb) wykazały odmiany:

Baltiko, Sorento i Algoso. Mniejszymi zniżkami plonu ziarna przy uprawie na klasie IVb w relacji do klasy II charakteryzowały się odmiany: Witon, Trigold, Todan i Grenado.

Odczyn gleby jest również ważnym czynnikiem decydującym o poziomie plonowania pszenżyta ozimego. Bardziej tolerancyjnymi odmianami na uprawę w warunkach niższego pH gleby (5,0–5,4) okazały się: Grenado, Sorento, Todan i Gniewko. We wcześniejszych badaniach stwierdzono, że ujemna reakcja pszenżyta ozimego na niższe pH gleby była silniejsza od reakcji żyta (Noworolnik 2009).

Podatność roślin pszenżyta ozimego na wyleganie zależała głównie od właściwości odmian, a w mniejszym stopniu od jakości gleby (Noworolnik i Jaśkiewicz 2018). W gorszych warunkach glebowych obserwowano mniejszą wrażliwość roślin na wyleganie. Najlepszą odporność roślin na wyleganie wykazały odmiany: Gniewko i Pigmej, które charakteryzowały się też mniejszym zróżnicowaniem stopnia wylegania między kompleksami glebowo-rolniczymi. Najmniej odpornymi na wyleganie okazały się odmiany: Trismart, Todan i Moderato. Masa 1000 ziaren pszenżyta ozimego w mniejszej mierze (nieistotnie) zależała od jakości gleby, a w większym stopniu od właściwości odmian. Odmiany: Trismart, Todan i Algoso wyróżniały się większą masą 1000 ziaren (46,4–48,5 g) od innych odmian pszenżyta ozimego.

Pszenżyto jare

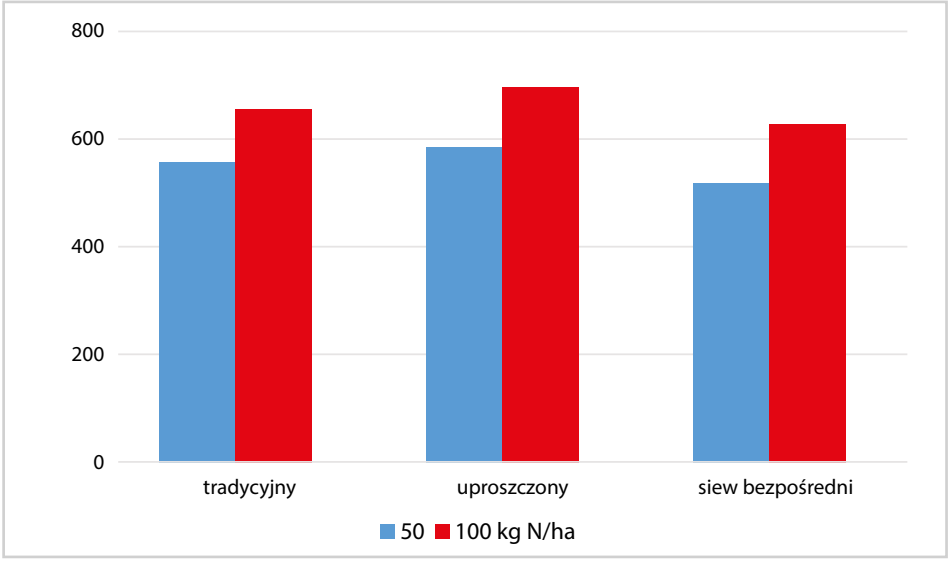
Znaczenie uprawy pszenżyta jarego wzrasta z uwagi na duży udział w kraju gleb piaszczystych (ponad 60% gruntów ornych), nieodpowiednich do uprawy pszenicy i jęczmienia. Pszenżyto jare powinno być uprawiane na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego (Nieróbca 2002; Jaśkiewicz i Brzóska 2011). Możliwa jest także uprawa na glebach kompleksu żytniego słabego, pod warunkiem, że gleby te są w wysokiej kulturze. Istotny wpływ na poziom plonowania pszenżyta ma dobór właściwego stanowiska. Plony jego maleją w miarę zwiększania udziału zbóż w zmianowaniu (Budzyński i Szempliński 2003). Zwiększenie udziału zbóż w zmianowaniu do 75% powoduje obniżenie plonu pszenżyta jarego o około 12%, a krótkotrwała monokultura zbożowa zmniejsza plon o 18–20%. Spośród zbóż najlepszą wartość przedplonową dla pszenżyta wykazuje kukurydza i owies, a następnie jęczmień. Pszenica i żyto są fitosanitarnie niekorzystnymi przedplonami. Najlepszym przedplonem dla pszenżyta są strączkowe, rośliny okopowe uprawiane na oborniku, wieloletnie rośliny strączkowe. Po roślinach strączkowych zwyżka plonu może dochodzić nawet do 20% (Koc i Domska 1993). Wartość stanowiska po zbożach można częściowo poprawić poprzez uprawę poplonów, głównie z rodziny krzyżowych lub mieszanek z motylkowatymi na przyoranie. Można przyjąć, że udany poplon zwiększy plon pszenżyta jarego o 5–10% (Jaśkiewicz i Brzóska 2011).

3.2. Przygotowanie gleby

Pszenżyto ozime

Racjonalna uprawa roli powinna zapewnić optymalną strukturę i zagęszczenie gleby, wpływać na jej biologiczną aktywność, sprzyjać nagromadzeniu wody w glebie, ograniczać ilość chwastów i samosiewów, umożliwić odpowiednie wymieszanie z glebą resztek pożniwnych rośliny przedplonowej, nawozów organicznych i mineralnych, stwarzać warunki do szybkich i równomiernych wschodów roślin oraz ograniczać nasilenie erozji wodnej i wietrznej. Jest to zatem jeden z czynników bezpośrednio wpływających na wzrost i rozwój rośliny, a poprzez to na wielkość plonów. Znaczny postęp techniczny w rolnictwie związany z wprowadzeniem do produkcji maszyn i narzędzi nowej generacji skutkuje zmianami w przygotowaniu gleby do siewu, polegającymi między innymi na wprowadzeniu uproszczeń uprawowych. Jednocześnie wysokie koszty uprawy tradycyjnej oraz dążenie do rolnictwa zrównoważonego wymusza wprowadzenie uproszczeń aż po siew bezpośredni. Zdaniem Idkowiak i Kordas (2005) stosowanie uproszczeń w uprawie roli, włącznie z siewem bezpośrednim, w wyraźny sposób wpłynęło na jakość ziarna pszenżyta ozimego. Przeprowadzone badania dowiodły, że zastąpienie orki siewnej broną wirnikową lub całkowita rezygnacja z uprawy na rzecz siewu bezpośredniego wpływa dodatnio na dorodność i wypełnienie ziarna. Niekorzystnym przejawem wpływu uproszczeń w uprawie roli na jakość ziarna

Rys. 3. Plon białka ziarna [t/ha] pszenżyta ozimego odmiany Fidelio przy różnych systemach uprawy i nawożenia azotem

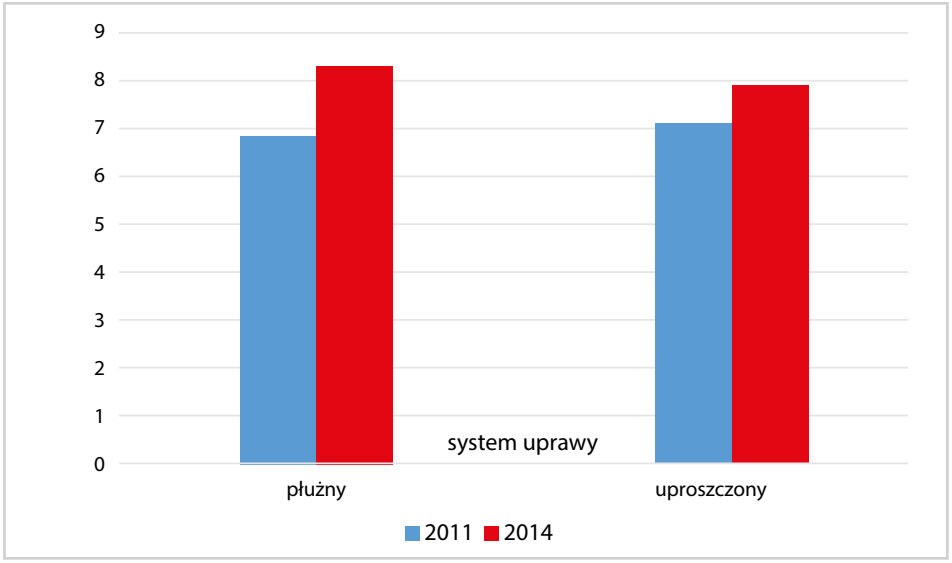


Źródło: Idkowiak i Kordas (2005)

pszenżyta ozimego był spadek zawartości białka. Największy ubytek tego składnika wystąpił pod wpływem siewu bezpośredniego, co znalazło swoje potwierdzenie w najniższym plonie białka ziarna (rys. 3).

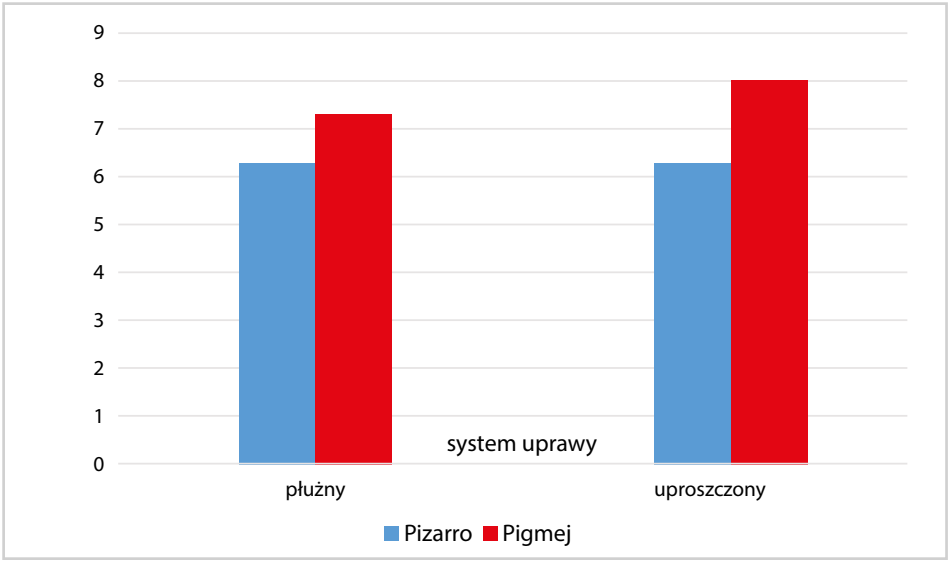
Upraszczając uprawę roli można poprawić stabilność struktury gleby, zwiększyć infiltrację wody i usprawnić jej przewietrzanie przez wytworzenie stabilnego układu dużych porów (Smagacz 2016). Z drugiej strony uprawa bezorkowa prowadzi do wzrostu zagęszczenia gleby, może utrudniać wschody roślin oraz powodować słabszy rozwój systemu korzeniowego, co w konsekwencji obniża poziom plonowania roślin uprawnych. Wyniki badań dotyczące uprawy uproszczonej nie są jednoznaczne. Badania prowadzone w Polsce wskazują na negatywny wpływ siewu bezpośredniego na plonowanie pszenżyta ozimego (Małecka i Blecharczyk 2002; Starczewski i wsp. 2006). W badaniach Jaśkiewicz (2016) systemy uprawy roli nie wywarły jednoznacznego wpływu na plonowanie pszenżyta ozimego. Zależały głównie od warunków pogodowych i odmiany. W roku 2011 (suma opadów poniżej wielolecia) rośliny pszenżyta lepiej radziły sobie przy uprawie uproszczonej, ponieważ resztki pożniwne zapobiegały parowaniu wody z gleby i zapewniały roślinom lepsze warunki wilgotnościowe. Stąd poziom plonowania pszenżyta przy uprawie płużnej i uproszczonej był zbliżony. W 2014 roku (opady zbliżone do wielolecia) w warunkach uprawy płużnej w porównaniu do uprawy uproszczonej uzyskano o 0,6 t/ha (8%) wyższy plon ziarna pszenżyta ozimego (rys. 4). Poziom plonowania badanych odmian zależał od systemu uprawy (rys. 5). Przy

Rys. 4. Plon ziarna pszenżyta ozimego [t/ha] w zależności od systemu uprawy przy 50% udziale zbóż w strukturze zasiewów (zbiór 2011 i 2014)



Źródło: Jaśkiewicz (2016)

Rys. 5. Plon ziarna odmian pszenżyta ozimego w zależności od systemu uprawy przy 75% udziale zbóż w strukturze zasiewów (zbiór 2011 i 2014)



Źródło: Jaśkiewicz (2016)

uprawie płużnej plony odmiany Pigmej w porównaniu do odmiany Pizarro były wyższe o 1 t/ha, a przy uproszczonej o 1,7 t/ha.

Pszenżyto jare

Pszenżyto jare wymaga starannej uprawy roli. Dobre doprawienie gleby sprzyja wzrostowi i rozwojowi roślin oraz umożliwia wykorzystanie składników nawozowych, co przekłada się na poziom plonowania. Uprawa roli zależy od długości okresu, jaki upływa od zbioru przedplonu do nadejścia zimy. Pierwszym zabiegiem powinna być płytka pielęgnowana podorywka lub zastosowanie agregatu uprawowego, który składa się z kultywatora, talerzy wyrównujących i wału strunowego. W przypadku braku agregatu możliwe jest zastosowanie kultywatora ścierniskowego lub talerzówki. Zabieg ten powinien być wykonywany zaraz po zbiorze przedplonu na głębokość 6–9 cm. Podorywkę głębszą na 10–12 cm należy wykonać, kiedy istnieje potrzeba odkrycia rozłogów chwastów, ich wysuszenia i wyciągnięcia sprężynowymi łapami kultywatora. Celem tych zabiegów jest przerwanie parowania wody z gleby, przykrycie nawozów organicznych, resztek pożniwnych i niszczenie samosiewów oraz chwastów (Budzyński i Szempliński 2003). W wersji uproszczonej uprawy roli można też zastosować talerzowanie, które miesza resztki pożniwne z glebą, ułatwia kiełkowanie samosiewów i chwastów oraz przyspiesza rozkład resztek pożniwnych. Następnym zabiegiem jest wykonanie w październiku lub listopadzie orki przedzimowej. Wykonuje się ją na

głębokość 18–22 cm i pozostawia w ostrej skibie. Powoduje ona rozluźnienie roli, zwiększa porowatość gleby oraz sprzyja tworzeniu struktury gruzełkowatej gleby. Po ziemniaku, pozostaje duża masa łętów, która powinna być starannie przykryta przez skiby. Uprawa roli po ziemniaku w wersji uproszczonej polega na skruszeniu warstwy roli przy użyciu grubera lub płytkiego głębosza bez odwracania gleby (Budzyński i Szempliński 2003). Tak spulchniona gleba dobrze zatrzymuje wodę i nie niszczy mikroorganizmow glebowych.

Po koniczynie i innych wieloletnich roślinach pastewnych należy zastosować agregat uprawowy lub talerzowanie w celu zniszczenia darni, a następnie wykonać orkę przedzimową z dokładnym przełożeniem skiby na głębokość 25–30 cm.

Wiosenną uprawę należy rozpocząć możliwie najwcześniej, gdy narzędzia nie będą pogarszać struktury gleby. Najważniejszym zadaniem uprawek wiosennych jest zatrzymanie w glebie jak największej ilości wody pochodzącej z opadów zimowych, przyspieszenie ogrzewania się gleby, a także uzyskanie właściwej, gruzełkowatej struktury wierzchniej warstwy gleby. Uzyskuje się to poprzez odizolowanie powierzchni roli od warstw głębszych, co powoduje przerwanie parowania oraz przyspiesza ogrzewanie się gleby. Wiosenne przygotowanie gleby do siewu powinno być jak najszybsze, uzyskane przy minimalnej liczbie zabiegów uprawowych i ograniczonej liczbie przejazdów maszyn roboczych, ponieważ każdy przejazd zostawia dodatkowe koleiny oraz powoduje ugniatanie gleby i niszczenie struktury gleby, czego efektem są nierówne warunki wschodów. Pierwszym zabiegiem na glebach zwięzłych powinno być bronowanie lub włókowanie. Do uprawy przedsiewnej pod pszenżyto jare stosuje się agregaty bierne i aktywne. Biernym zestawem jest połączenie siewnika rzędowego z kultywatorem wyposażonym w wał strunowy w części przedniej i wał kruszący części tylnej. Podczas pracy zęby kultywatora drgają i powodują rozdrobnienie bryłek gleby, zapewnia to dobre przygotowanie roli do siewu. Natomiast brona za siewnikiem powoduje dobre przykrycie materiału siewnego. Inny zestaw uprawowo-siewny to jest siewnik rzędowy z broną aktywną i wałem zębatym lub strunowym. Brona aktywna rozdrabnia bryły tworzące się po przeschnięciu warstwy powierzchniowej, a także spulchnia i wyrównuje powierzchnie pola, co umożliwia umieszczenie wysiewanego ziarna na podobnej głębokości, zapewnia to wyrównane wschody (Małecka 2006). Orka wiosenna pod pszenżyto jare jest zabiegiem niedopuszczalnym, powoduje znaczny spadek plonów.

W integrowanej produkcji pszenżyta ważną rolę przypisuje się aktywności biologicznej gleby i jej naturalnej żyzności, dlatego orkę poleca się wykonać raz na trzy lata. Orka obniża ilość i aktywność mikroorganizmów i musi upłynąć dość długi okres czasu zwany wydobrzeniem roli, kiedy stosunki biotyczne w glebie wrócą do normy. Przez następne dwa lata orkę należy zastąpić narzędziami spulchniającymi glebę, bez jej odwracania (np. ciężkie grubery). Wielkość użytego agregatu uprawowego zależy od powierzchni pola oraz dostępności ich

w gospodarstwie rolnym. Agregaty powodują równomierne wymieszanie resztek pożniwnych, wyrównanie i wtórne zagęszczenie gleby.

3.3. Zintegrowany system nawożenia

Nawożenie w integrowanej produkcji pszenżyta ukierunkowane jest na pokrycie potrzeb pokarmowych roślin na poziomie umożliwiającym osiągnięcie oczekiwanego i o dobrej jakości plonu ziarna 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 ze wszystkich źródeł (gleba, przedplon, nawozy mineralne, nawozy organiczne) oraz ich dopływ z nawozów naturalnych i mineralnych (Igras i Rutkowska 2009). Składniki mineralne powinny być w maksymalnym stopniu wykorzystane przez rośliny, niewykorzystane ulegają stratom w wyniku wymywania, erozji wodnej i wietrznej lub ulatniania form gazowych, co powoduje zanieczyszczenie wody, gleby i niską opłacalność nawożenia. Przyczyn słabego wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny jest wiele. Do najważniejszych należą: nieuregulowany odczyn gleby, stosowanie zbyt dużych dawek, niewłaściwe terminy lub techniki stosowania nawozów.

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: zasobność w fosfor, potas, magnez i mikroelementy oraz odczyn gleby (Igras i Rutkowska 2009). Doradztwo operacyjne oparte jest na testach glebowych i roślinnych. Testy glebowe stanowią podstawowe informacje dla rolnika, służące do oceny aktualnego potencjału gleby dla 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 wykorzystane w gospodarstwie do podejmowania decyzji na poziomie strategicznym i operacyjnym, a na podstawie testów roślinnych tylko na poziomie operacyjnym (Grzebisz 2017). Dlatego też w odstępach 4–6-letnich niezbędne jest wykonywanie analiz zawartości poszczególnych składników w glebie. Stacje chemiczno-rolnicze określą pH gleby oraz zasobność w makro- i mikroelementy. Taka częstotliwość analiz jest w zasadzie wystarczająca dla wszystkich składników pokarmowych oprócz azotu. Azot jest składnikiem mobilnym i ocena potrzeb jego stosowania na danym polu musi opierać się o wykonywanie systematycznych analiz glebowych i roślinnych.

Racjonalne nawożenie mineralne pszenżyta w technologii zintegrowanej polega na:

- ustaleniu dawki nawozów z uwzględnieniem zasobności gleby w składniki odżywcze (N, P, K, Mg), pH, jakości i rodzaju gleby, odmiany, oczekiwanego plonu, przedplonu, przebiegu pogody itd.,
- posługiwaniu się najnowszymi metodami (zawartość N_{min}, analiza roślin, posługiwanie się testem chemicznym lub barwnym) w określaniu potrzeb i dawek azotu oraz terminu ich aplikacji,
- stosowaniu nawozów azotowych w dawkach dzielonych, dostosowanych do rytmu pobierania azotu przez zboża.

Wymagania pokarmowe

Najważniejszym etapem jest określenie wymagań pokarmowych roślin. Jest to ilość składników pokarmowych, głównie azotu, fosforu i potasu, jakie rośliny teoretycznie pobiorą z plonem roślin. Wymagania pokarmowe można traktować jako zapotrzebowanie na składniki nawożenia. W tabeli 2. podano jakie ilości azotu, fosforu i potasu pobiera pszenżyto na wydanie 1 dt plonu. Zapotrzebowanie na składniki pokarmowe wylicza się mnożąc wielkość plonu jaki jest możliwy do uzyskania w warunkach gospodarstwa przez pobranie N, P, K, Mg. Wymagania pokarmowe pszenżyta różnią się nieco od wymagań innych zbóż. Są pośrednie pomiędzy wymaganiami pszenicy i żyta (tab. 2). W porównaniu z pszenicą na wyprodukowanie 1 tony ziarna pszenżyto zarówno ozime, jak i jare potrzebuje więcej potasu, natomiast mniej azotu.

Jednym z podstawowych warunków efektywnego przetwarzania azotu w plon jest utrzymanie odpowiedniego stosunku N : P : K, który powinien kształtować się, jak 1 : 0,4 : 1. W gospodarstwach, w których prowadzi się jedynie produkcję roślinną i brakuje nawozów naturalnych, pszenżyto poza podstawowymi

Tabela 2. Pobieranie składników mineralnych w kg/dt ziarna wraz ze słomą

Gatunek zboża	Azot (N)	Fosfor (P_2O_5)	Potas (K_2O)	Magnez (Mg)	Wapń (CaO)
Pszenica ozima	2,3	1,0	2,0	0,5	0,5
Pszenica jara	2,1	1,2	3,4	0,5	0,6
Żyto	2,1	1,1	2,7	0,5	0,6
Jęczmień ozimy	2,3	1,0	2,5	0,4	1,0
Jęczmień jary	2,2	1,0	2,4	0,5	0,9
Pszenżyto ozime	2,2	1,0	2,4	0,5	0,8
Owies	2,4	1,2	3,6	0,7	1,1

Źródło: Czuba (2000)

Tabela 3. Zalecane dawki nawozów mineralnych [kg/ha] w zależności od prognozowanego plonu

Plon w t/ha	Azot (N)	Fosfor (P_2O_5)	Potas (K_2O)	Magnez (MgO)
6	80	60	85	10
7	100	70	100	10
9	120	90	125	15
10	140	100	130	20

Źródło: Jadczyszyn i wsp. (2012)

składnikami zazwyczaj wymaga dostarczenia magnezu, miedzi, a często siarki i manganu. Zapotrzebowanie na mikroelementy (bor, miedź, molibden, cynk i żelazo) jest stosunkowo niewielkie – od kilku gramów do kilku kilogramów. Pszenżyto pobiera z 1 ha 30–40 kg siarki (S), 7–10 kg sodu (Na) oraz mikroelementy 120 g miedzi (Cu), 500 g manganu (Mn), 350 g cynku (Zn), 115 g boru (B) i 7 g molibdenu (Mn). Mikroelementy regulują procesy biochemiczne zachodzące w roślinach, pozwalają na lepsze wykorzystanie makroskładników, a także ograniczają rozwój chorób grzybowych. Dostarcza się je roślinom w formie opryskiwania dolistnego, ponieważ są słabo pobierane przez system korzeniowy. Można je stosować łącznie z pestycydami – obniżając w ten sposób koszty zabiegu (Kościelniak i Dreczka 2009). W tabeli 3. podano zalecane dawki nawozów mineralnych (kg/ha) w zależności od prognozowanego plonu (Jadczyszyn i wsp. 2012).

Potrzeby nawozowe

Wapnowanie i nawożenie magnezem

Warunkiem dobrego plonowania roślin i efektywnego wykorzystania składników pokarmowych nawozów jest optymalny odczyn gleby. Zakwaszenie gleb jest procesem ciągłym, któremu sprzyja stosowanie nawozów mineralnych o działaniu zakwaszającym. Pszenżyto jest mniej wrażliwe na kwaśny odczyn gleby niż pszenica czy jęczmień, ale reaguje dodatnio na wapnowanie gleb kwaśnych. Na glebach kwaśnych niebezpieczeństwo wymarzania pszenżyta jest znacznie większe niż na glebach o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym, gdyż w takich warunkach następuje słabszy rozwój systemu korzeniowego i całych roślin oraz ich płytkie ukorzenianie się, co w konsekwencji prowadzi do braku możliwości pobrania głównie wapnia i magnezu w ilości niezbędnej do prawidłowej gospodarki azotem. Zakwaszenie gleb powoduje obniżenie efektywności wykorzystania azotu i fosforu, zwiększenie gazowych strat azotu z nawozów, kumulację glinu i manganu oraz metali ciężkich w glebie (Grzebisz

i wsp. 2013; Ochal i Kopiński 2017). Optymalny odczyn gleb dla pszenżyta ozimego wynosi od 5,5 do 6,5 pH w KCl. Gleby o niższym pH wymagają wapnowania. Wapnowanie, jest ważnym zabiegiem wpływającym na właściwości fizyczne, fizykochemiczne i biologiczne gleby. Sprzyja zwiększeniu aktywności mikrobiologicznej środowiska glebowego, aktywizacji procesów mineralizacji, zwiększeniu dostępności i efektywności części składników mineralnych. Najkorzystniej jest wykonać wapnowanie pod przedplon lub bezpośrednio pod pszenżyto, ale jedynie po przedplonach wcześnie schodzących z pola. Wapno należy rozsiać na ścierń przed wykonaniem upraw pożniwnych. Dawki wapna zależą od stopnia zakwaszenia i kategorii agronomicznej gleby (tab. 4). Wapnowanie gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych lepiej jest rozłożyć na 2 etapy: w pierwszym wysiać 2/3 potrzebnej dawki i po roku zbadać odczyn. Jeśli wyniki będą niezadawalające należy wysiać pozostałą część dawki. Istotny w skutecznym wapnowaniu jest prawidłowy wybór nawozu. Na rynku dostępne są nawozy wapniowe i wapniowo-magnezowe w formie węglanowej i tlenkowej. Wapno tlenkowe należy stosować na glebach ciężkich, gliniastych, a wapno węglanowe na glebach lekkich i piaszczystych. 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 stosować się bezpośrednio po i przed wapnowaniem. Przerwa między zabiegami powinna wynosić co najmniej 4–6 tygodni.

Magnez bierze udział w wielu procesach fizjologicznych w roślinie, jest niezbędny w procesach fotosyntezy, w przemianach tłuszczów i białek oraz węglowodanów. Zapewnia efektywne przetwarzanie azotu w plon. Wpływa na sprawne funkcjonowanie systemu korzeniowego oraz zwiększa tolerancję roślin na niskie temperatury. Pszenżyto pobiera magnez przez cały okres wegetacji. Pobierany jest

Tabela 4. Dawki wapnia [w t CaO/ha] pod pszenżyto zależnie od zwięzłości i pH gleby

Wapnowanie	Gleba					
	lekka		średnia		ciężka	
	pH	dawka CaO	pH	dawka CaO	pH	dawka CaO
Konieczne	do 4,5	3,5	do 5,0	4,5	do 5,5	6,0
Potrzebne	4,6–5,0	2,5	5,1–5,5	3,0	5,6–6,0	3,0
Wskazane	5,1–5,5	1,5	5,6–6,0	1,7	6,1–6,5	2,0
Ograniczone	5,6–6,0	–	6,1–6,5	1,0	6,6–7,0	1,0
Zbędne	pow. 6,0	–	–	–	–	–

Źródło: Jaśkiewicz i wsp. (2009)

w glebie w formie kationu Mg^{+2}. Jest pierwiastkiem bardzo ruchliwym i łatwo ulega wymyciu. Magnez jest dobrze pobierany nie tylko przez korzenie, ale też przez liście z wodnego roztworu siarczanu magnezu. Nawożenie magnezem łączy się najczęściej z zabiegiem wapnowania, ponieważ gleby zakwaszone często charakteryzują się niską lub bardzo niską zawartością magnezu, a w szerokim asortymencie wapna nawozowego duży udział mają nawozy zawierające magnez na glebach o bardzo niskiej zawartości magnezu – połowę zalecanej dawki CaO (tab. 2) w postaci wapna magnezowego, a na glebach o niskiej zawartości Mg – jedną trzecią zalecanej dawki CaO.

Na glebach ubogich w magnez, ale niewymagających wapnowania należy zastosować 60–80 kg MgO/ha w nawozach magnezowych (kizeryt, kainit, kalimagnezja, rolmag).

Nawożenie fosforem i potasem

Fosfor w roślinie odgrywa znaczącą rolę, wpływa na wzrost korzeni, stymuluje wzrost pobierania innych składników pokarmowych, powoduje wzrost azotu i aminokwasów egzogennych, podwyższa odporność roślin na stres i choroby oraz wpływa na liczbę ziaren w kłosie. Fosfor jest pobierany z roztworu glebowego w formie jonów. Pszenżyto ozime wykazuje duże zapotrzebowanie na fosfor w fazie wzrostu początkowego, ruszenia wegetacji na wiosnę i zawiązywania ziaren.

Potas spełnia wiele funkcji fizjologicznych. Głównie odpowiedzialny jest za: wzrost komórek merystematycznych, regulację pracy aparatów szparkowych, aktywację enzymów, transport związków mineralnych i organicznych w korzeniach i częściach nadziemnych.

Pszenżyto dobrze zaopatrzone w potas zużywa mniej wody na wyprodukowanie jednostki suchej masy, potas dodatnio wpływa na wzrost odporności roślin na niskie temperatury, w związku z tym rośliny dobrze zaopatrzone w potas lepiej zimują. Rośliny pobierają jony potasu K^+ z roztworu glebowego lub kompleksu sorpcyjnego gleby. Pierwiastek ten łatwo ulega wymyciu z gleb lekkich, na glebach cięższych wymycie potasu jest trudniejsze, natomiast może ulec uwstecznianiu.

Zapotrzebowanie pszenżyta na fosfor i potas zależy od wymagań pokarmowych rośliny i zasobności gleby. Na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości w P i K zapotrzebowanie na składniki jest do 50% mniejsze od potrzeb pokarmowych. W tych warunkach rośliny korzystają z glebowych zasobów. Na glebach o niskiej lub bardzo niskiej zawartości P i K zapotrzebowanie na ten składnik może być do 50% większe od potrzeb pokarmowych roślin. Nadwyżki składników przeznacza się bowiem na zwiększenie zasobności gleby. Zatem potrzeby nawożenia P i K = potrzeby pokarmowe roślin (wyliczone na podstawie spodziewanego plonu i pobrania składników (tab. 1) × współczynnik korekcyjny (tab. 5).

Tabela 5. Wartości współczynnika korekcyjnego

Zawartość w glebie P i K				
bardzo niska	**niska**	**średnia**	**wysoka**	**bardzo wysoka**
1,5	1,25	1	0,75	0,50

Źródło: wg IUNG – PIB

Tabela 6. Ocena zawartości potasu w glebach mineralnych (mg K/100 g gleby)

Klasa zasobności	Ocena zasobności	Kategoria agronomiczna gleb			
		bardzo lekkie	**lekkie**	**średnie**	**ciężkie**
V	bardzo niska	do 2,1	do 4,1	do 6,2	do 8,3
IV	niska	2,2–2,6	4,2–8,3	6,3–10,4	8,4–12,5
III	średnia	6,3–10,4	8,4–12,4	10,5–16,6	12,6–20,7
II	wysoka	10,5–14,5	12,5–16,6	16,7–20,7	20,8–24,9
I	bardzo wysoka	od 14,5	od 16,7	od 20,8	od 25,0

Źródło: wg IUNG – PIB

Tabela 7. Ocena zawartości fosforu w glebach mineralnych (mg P/100 g gleby)

Ocena zawartości	mg P/100 g gleby
Bardzo niska	do 2,2
Niska	2,3–4,4
Średnia	4,5–6,6
Wysoka	6,7–8,8
Bardzo wysoka	od 8,9

Źródło: wg IUNG – PIB

Jak wspomniano dawki P i K zależą od zasobności gleb (tab. 6, 7) oraz wysokości uzyskanych plonów. Przykładowe dawki P i K podano w tabelach, zostały one wyliczone przy pomocy programu NawSald (tab. 8).

Zarejestrowane odmiany pszenżyta jarego reagują w podobny sposób na nawożenie fosforem i potasem. Nawozy fosforowe i potasowe należy stosować na wiosnę przed siewem pszenżyta. Na glebach zwięzłych można również rozsiać je pod orkę przedzimową.

Zależnie od zasobności przyswajalnych form w glebie, dawki fosforu powinny wynosić 60–100 kg P_2O_5, a potasu 80–120 kg K_2O na 1 ha. Tylko na bardzo zasobnych glebach i przy niepewności uzyskania dużego plonu dawki

Tabela 8. Przykładowe dawki P i K pod pszenżyto ozime na glebie lekkiej po ziemniaku (plon 250 dt/ha, obornik 30 t/ha, nawożenie N – 70 kg/ha, P_2O_5 – 70 kg/ha i K_2O – 105 kg/ha)

Zasobność gleby w P i K	Plon ziarna w dt/ha			
	45		60	
	dawki w kg/ha			
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
Niska	61	110	81	146
Średnia	48	95	65	127
Wysoka	36	81	48	108

Źródło: wg IUNG – PIB

Tabela 9. Dawki nawozów fosforowych i potasowych (w kg czystego składnika na 1 ha) pod pszenżyto jare zależnie od poziomu plonów i zasobności gleby

Przewidywany plon ziarna t z 1 ha	Zawartość									
	fosforu					potasu				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Do 3,5	70	60	50	40	30	80	80	70	60	30
3,6–4,5	80	70	60	50	40	100	90	80	70	40
Powyżej 4,5	100	90	80	60	50	120	110	100	80	60

Źródło: wg IUNG – PIB

fosforu mogą być obniżone do 40–50 kg P_2O_5, a potasu do 60–70 kg K_2O na 1 ha (tab. 9).

Nawożenie azotem

Azot jest najbardziej plonotwórczym składnikiem pokarmowym. Wpływa na podstawowe cechy struktury plonu: obsadę kłosów, liczbę ziaren w kłosie i MTZ. Ponadto stymuluje zawartość białka w ziarnie. Pszenżyto pobiera bardzo duże ilości azotu w celu gromadzenia białka w ziarnie, szczególnie w latach mokrych, gdzie pod wpływem nawożenia azotem wzrasta plon ziarna. W przypadku niedoboru azotu w plonie następuje znaczny wzrost zawartości skrobi i spadek procentowej zawartości białka w ziarnie. W latach suchych reakcja pszenżyta odnoszona do plonu ziarna na nawożenie azotem jest niska, lecz jednocześnie w takich warunkach zwiększa się szybkość przemieszczania

azotu z organów wegetatywnych do ziarna, a tym samym wzrasta zawartość białka w ziarnie (Yang i wsp. 2000).

Azot jest przez rośliny pobierany w nadmiarze i wówczas może prowadzić do zbytniego zagęszczenia łanu, jego wylęgnięcia i w konsekwencji spadku plonu. Nawożenie azotem jest trudne, z uwagi na labilność azotu i przenawożenie roślin. Dostarczenie azotu powinno być zbieżne ze wzrostem i rozwojem pszenżyta i obejmować te fazy, w których rośliny wykazują największe zapotrzebowanie. Istnieje wiele źródeł zaopatrzenia roślin w azot, takich jak: mineralizacja próchnicy i resztek pożniwnych roślin przedplonowych, nawozy naturalne i organiczne, azot wiązany biologicznie przez bakterie symbiotyczne i wolnożyjące, opad atmosferyczny i wreszcie nawozy mineralne. Tempo przemian w glebie związków zawierających azot zależy głównie od przebiegu pogody, a przede wszystkim od temperatury i wilgotności gleby.

Pierwszym krokiem w przypadku nawożenia azotem jest wyliczenie potrzeb pokarmowych odnośnie azotu. Jest to ilość azotu potrzebna do wyprodukowania określonego plonu. W zintegrowanej produkcji należy uwzględnić wszystkie źródła azotu. Z zasobów glebowych uwalnia się do roztworu glebowego 1–2% azotu, taka ilość wystarcza na wytworzenie plonu ziarna wynoszącego od 1–4 ton.

Terminy stosowania azotu

Jesienne nawożenie azotem pszenżyta ozimego po przedplonach niezbożowych uważa się za zbędne i wykonuje się je zazwyczaj w całości na wiosnę. Przedsiewnie azot należy stosować jedynie po przedplonach zbożowych w dawce 20–30 kg N na hektar. Można taką dawkę wnieść w formie nawozu wieloskładnikowego. Powodem nawożenia azotem po przedplonach zbożowych jest pozostawienie na polu słomiastych resztek pożniwnych o szerokim stosunku C : N. Dostępny w słomie węgiel pobudza rozwój mikroorganizmów, które do budowy swojego ciała korzystają z azotu znajdującego się w glebie, jak i dostarczonego w nawozach mineralnych. Po przedplonach niezbożowych nie należy stosować przedsiewnie azotu, ponieważ może powodować on pogorszenie zimowania roślin oraz szkodzić środowisku poprzez wypłukiwanie tego pierwiastka z gleby.

Nawozy azotowe powinny być stosowane w dawkach podzielonych, dostosowanych do rytmu pobierania tego składnika przez roślinę. Dawki do 90 kg N/ha stosuje się w dwóch częściach, tj. 40–60% w okresie ruszenia wegetacji i resztę w fazie strzelania w źdźbło. Dawki większe należy zastosować w trzech częściach, tj. 40–50% w okresie wegetacji, 30–35% w fazie strzelania w źdźbło i 20–25% w fazie liścia flagowego do początku kłoszenia.

Pierwsza dawka azotu powinna uzupełnić zasoby glebowe, stosuje się ją w celu uzyskania właściwej krzewistości i zwartości łanu (Jaśkiewicz 2009). W przypadku późnej wiosny i przy słabo rozkrzewionym łanie dawka powinna

być względnie duża nawet do 60 kg/ha, aby zaspokoić potrzeby szybko rosnącej rośliny. Druga dawka azotu powinna być wniesiona na początku fazy strzelania w źdźbło. Azot w tym okresie wpływa na przyrost masy, zmniejsza redukcję wytworzonych pędów, ustala się struktura łanu, a więc liczba kłosów i liczba ziarniaków w kłosie. Trzecią dawkę azotu wnosi się w fazie rozwiniętego liścia flagowego lub kłoszenia.

W technologii zintegrowanej bardzo istotne jest ustalenie wielkości poszczególnych dawek azotu. Przy ich ustaleniu pomocne są testy glebowe i roślinne.

Pierwszą dawkę należy ustalić na podstawie azotu mineralnego (N_{min}), w którym oznacza się zawartość jonów azotanowych i amonowych w określonej warstwie profilu glebowego, najczęściej do głębokości 60 cm. Suma mineralnych form azotu wyrażona w kg/ha jest bezpośrednio odnoszona do potrzeb pokarmowych roślin. Dla celów doradztwa wyznaczone zostały zawartości N_{min} w zależności od kategorii agronomicznej gleby (tab. 10).

Pierwszą dawkę azotu zaleca się stosować w formie sypkiej. Można ją wyliczyć ze wzoru:

dawka N w nawozach = potrzeby pokarmowe roślin – ilość N stwierdzona w glebie

Jeśli wynik testu laboratoryjnego N_{min} wykazuje wysoką lub bardzo wysoką zawartość składnika w glebie do głębokości 60 cm, to planowaną dawkę nawozów można zmniejszyć o różnicę pomiędzy zawartością N_{min} stwierdzoną w glebie pobranej z pola i górną granicą zawartości średniej dla takiej gleby.

W przypadku zawartości bardzo niskiej lub niskiej zalecaną dawkę N należy zwiększyć o różnicę pomiędzy dolną granicą zawartości średniej i oznaczoną ilością N_{min} w glebie. Np. z testu N_{min} wynika, że gleba średnia do głębokości 60 cm zawiera 115 kg azotu na ha. Zgodnie z tabelą 1. górna granica zawartości N_{min} dla gleby średniej wynosi 90 kg na ha. Z wyliczenia wynika, że planowaną dawkę azotu pod pszenżyto należy zmniejszyć o 25 kg N/ha (115 – 90 kg N/ha = 25 kg).

Tabela 10. Ocena zawartości N_{min} [kg/ha] w glebie do głębokości 60 cm wiosną

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

Źródło: Jadczyszyn i wsp. (2012)

Jeśli zawartość N_{min} w glebie lekkiej wynosi 45 kg azotu na ha, a dolna granica zawartości średniej dla gleby lekkiej wynosi 61 kg azotu na ha (61 – 45 kg N/ha = 16 kg N/ha), wówczas zalecaną dawkę azotu należy zwiększyć o 16 kg N na ha.

Ustalenie drugiej i trzeciej dawki azotu należy przeprowadzić na podstawie obserwacji stanu odżywienia roślin (okienka nawozowe), analizy chemicznej roślin lub indeksu zieloności SPAD.

Do oceny stanu odżywienia roślin azotem w czasie wegetacji służą testy roślinne (Fotyma 2002). Podstawą tej metody jest analiza całej masy nadziemnej rośliny. Próbki pobiera się w okresie między krzewieniem a początkiem strzelania w źdźbło, następnie w laboratorium oznacza się zawartość azotu ogólnego. Zawartość azotu ogólnego zmienia się wraz z wiekiem rośliny. Rośliny młode w fazie krzewienia zawierają znacznie więcej azotu niż rośliny starsze w fazie kłoszenia przy takim samym stanie odżywienia. Jest to ogólnie znana prawidłowość, która polega na spadku koncentracji azotu w suchej masie roślin w miarę wzrostu i rozwoju. Wynika to ze zjawiska „rozcieńczenia azotu" w przyrastającej masie rośliny. Test ten musi być wykonywany w ściśle określonej fazie rozwojowej i w miarę szybko wykorzystany praktycznie. W tabeli 11. przedstawiono możliwość uściślenia drugiej dawki azotu na podstawie wyników analizy roślin.

Stan odżywiania roślin azotem w późniejszych fazach rozwojowych można ocenić szybciej na podstawie testu SPAD zwanego indeksem zieloności liści albo zawartości chlorofilu. Do wykonania takich pomiarów w warunkach polowych służy stosunkowo prosty przyrząd optyczny zwany N-testerem.

Wykorzystanie odczytów chlorofilometru w doradztwie nawozowym polega na wyznaczeniu na każdym polu kilku poletek kontrolnych, na których stosuje się pełne nawożenie azotem. Na pozostałej powierzchni pola zaleca się zastosowanie od 1/2 do 2/3 przewidzianej dawki azotu. Pomiary SPAD powinny być wykonywane w odstępach tygodniowych zarówno na polu, jak i na poletkach kontrolnych. Odczyty chlorofilometru z pola są odnoszone do odczytów SPAD z nawozowych poletek kontrolnych.

Tabela 11. Uściślenie drugiej wiosennej dawki azotu na podstawie procentowej zawartości azotu ogólnego w częściach nadziemnych roślin w fazie strzelania w źdźbło

Potrzeby nawożenia	Pszenżyto	Modyfikacja drugiej dawki azotu
Bardzo małe i małe	> 4,3	nie stosować
Średnie	3,9–4,3	zmniejszyć o 25–50%
Duże	3,0–3,9	utrzymać
Bardzo duże	< 3,0	zwiększyć o 25–50 %

Źródło: wg IUNG – PIB

W oparciu o uzyskane średnie pomiary wartości SPAD w co najmniej 3 miejscach pola, wylicza się dla każdego miejsca współczynnik zaopatrzenia w azot, następnie się je sumuje i oblicza średnią wartość współczynnika zaopatrzenia w N (N Sufficiency Index) dla danego pola i określonego terminu pomiaru. Współczynnik (NSI) jest ilorazem średniego odczytu SPAD z pola i średniego odczytu SPAD z poletka kontrolnego i wyrażony jest w procentach:

$$\text{NSI} = \frac{\text{średni odczyt SPAD z pola}}{\text{średni odczyt SPAD z kontroli}} \times 100\%$$

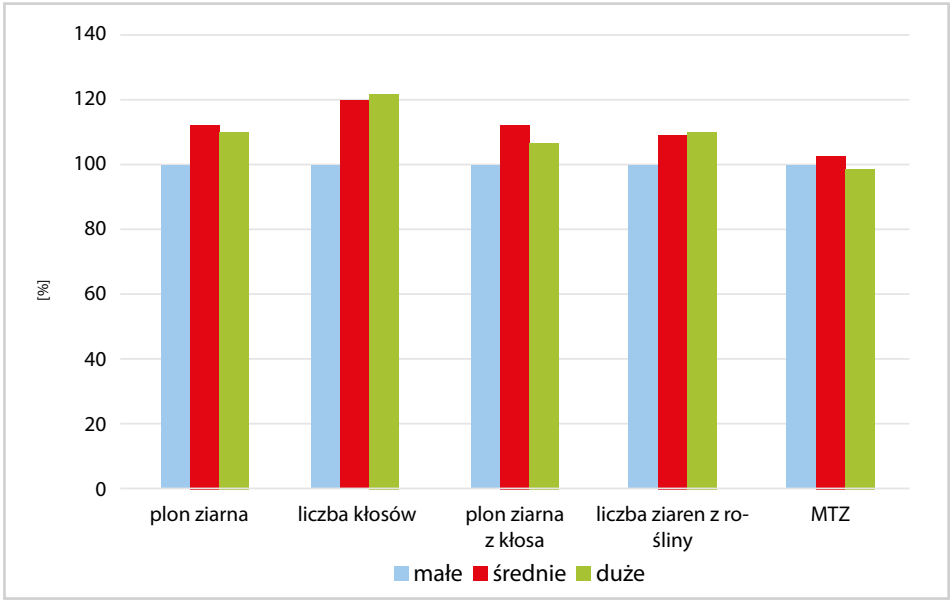
Jeśli tak wyznaczony indeks NSI ma wartość poniżej 95%, oznacza to, że konieczna jest interwencja w postaci dodatkowej dawki azotu. Przeciętnie jednorazowo stosuje się do 50 kg N/ha. W przypadku, gdy wartość NSI jest większa niż 95%, wówczas zbędne jest stosowanie dodatkowej dawki azotu.

W gospodarstwach nieposiadających możliwości wykonania takich analiz pierwsze dawki nawozów azotowych winny być ustalane na podstawie potrzeb pokarmowych odmian pszenżyta tym składnikiem. Wielkość dawki azotu zależy od oczekiwanego plonu, jakości gleby, przedplonu, ilości opadów, uprawianej odmiany itp.

Z badań IUNG – PIB wynika, że odmiany pszenżyta ozimego wykazują niejednakową reakcję na dawkę azotu (Jaśkiewicz i wsp. 2009; Podolska i wsp. 2018). Można wydzielić grupy odmian: efektywnie wykorzystujące średnie dawki azotu i efektywnie wykorzystujące duże dawki azotu (rys. 6, 7). Zatem zalecenia powinny być zróżnicowane dla odmian. U odmian wykorzystujących efektywnie średnie dawki azotu stosowanie wyższego nawożenia tym składnikiem nie powoduje istotnej zwyżki poziomu plonowania, ponieważ mimo to następuje zmniejszenie produkcyjności kłosa – liczby ziaren oraz często MTZ. U odmian wykorzystujących duże dawki azotu pod jego wpływem następuje zwiększenie liczby kłosów, a liczba ziaren i kłosa oraz MTZ nie ulega zmniejszeniu. Odmiany mające średnie wymagania co do ilości azotu można polecić do uprawy w mniej intensywnych technologiach. W przypadku pszenżyta ozimego dużego nawożenia azotem wymagają odmiany: Aliko, Borwo, Grenado, Leontino, Pizarro, Sorento, Trismart, Wiarus. Wymagania średnie: Algoso, Palermo, Presto, Subito, Todan, Tornado, Witon i Wiarus (rys. 8). U odmian reagujących zwyżką plonu ziarna na duże dawki azotu, stwierdza się istotne zwiększenie rozkrzewienia produktywnego, co związane jest ze wzrostem liczby kłosów (rys. 7). Odmiany słabiej wykorzystujące nawożenie azotem reagują zwiększeniem plonu ziarna przy średnim poziomie nawożenia natomiast dalsze zwiększenie nawożenia nie ma wpływu na plon ziarna. W tej grupie odmian wartości elementów struktury plonu przy średniej i dużej dawce azotu utrzymywały się na podobnym poziomie (rys. 6).

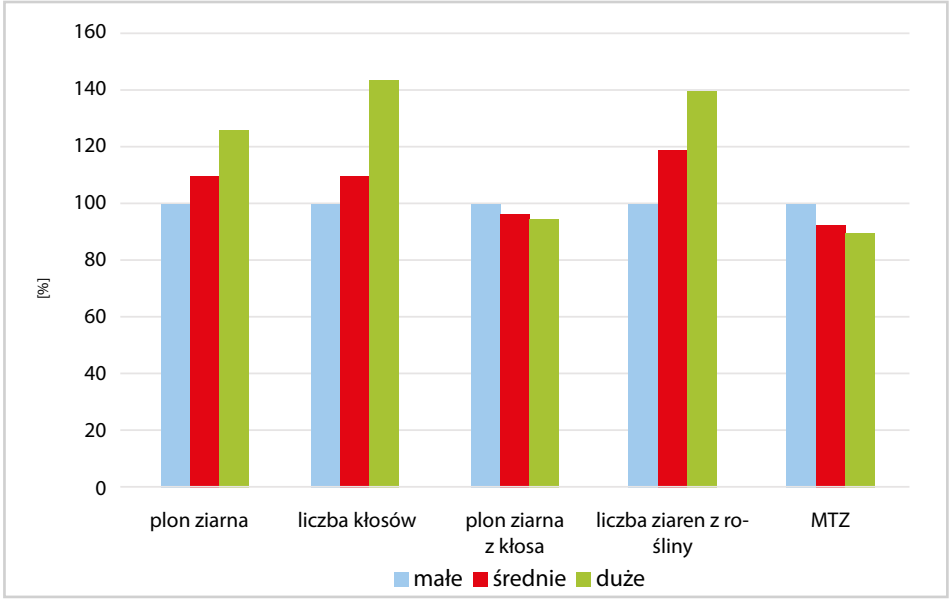
Poziom plonowania **pszenżyta jarego** oraz efektywność nawożenia azotem w dużym stopniu zależą od przebiegu pogody w danym roku. Jeśli pogoda sprzyja

Rys. 6. Plon ziarna i elementy struktury plonu odmian pszenżyta ozimego dobrze wykorzystujące średnie dawki azotu



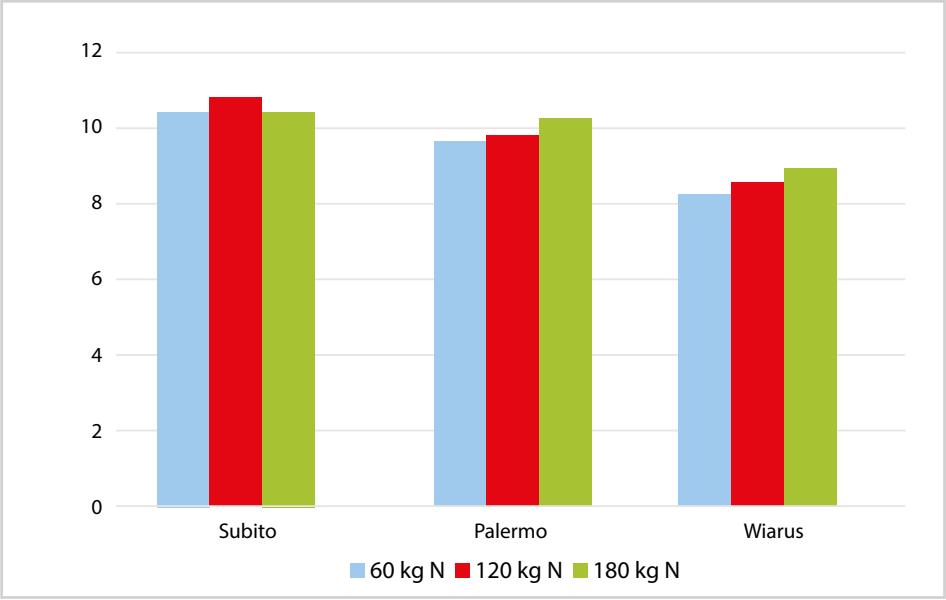
Źródło: Jaśkiewicz (2009)

Rys. 7. Plon ziarna i elementy struktury plonu odmian pszenżyta ozimego dobrze wykorzystujące duże dawki azotu



Źródło: Jaśkiewicz (2009)

Rys. 8. Plon ziarna pszenżyta ozimego w zależności od dawki azotu



Źródło: Podolska i wsp. (2018)

dobremu plonowaniu, następuje też lepsze wykorzystanie wyższych dawek azotu. Dawki większe od 50 kg N na 1 ha należy stosować w dwóch terminach. Pierwszą część stanowiącą 50–60% dawki całkowitej, stosuje się przed siewem pszenżyta, pod uprawki wiosenne, pozostałą część dawki – w fazie strzelania w źdźbło.

Należy jednak podkreślić, że nawożenie pszenżyta azotem musi być sprawą otwartą. Oznacza to, że o celowości stosowania azotu i wielkości drugiej części jego dawki trzeba każdorazowo decydować na podstawie analizy przebiegu pogody, obserwacji roślin w łanie i – ewentualnie wyników oznaczeń zawartości azotu w roślinach. Jest to szczególnie ważne w przypadku bujnego wzrostu roślin, jeśli nie przewiduje się stosowania retardantu.

Reakcja pszenżyta na nawożenie azotem zależy od żyzności gleby, od przedplonu i wyników pogody. Przy średniej ilości opadów, właściwej uprawie roli oraz optymalnym terminie siewu zaleca się dawki azotu podane w tabeli 12.

Przy nawożeniu dawkami powyżej 60 kg N na 1 ha (gleby żyzne) lub 90 kg na 1 ha (gleby średnie) należy obecnie zrejonizowane odmiany pszenżyta jarego opryskiwać retardantem wzrostu (antywylegaczem).

Nawożenie siarką

O nawożenie siarką warto zadbać w warunkach niskiej i bardzo niskiej zawartości tego pierwiastka w glebie. Wówczas należy zastosować od 35 do 50 kg S/ha. Siarkę stosuje się najczęściej w formie nawozów wieloskładnikowych. Planując nawoże-

Tabela 12. Dawki nawozów azotowych (w kg czystego składnika na 1 ha) pod pszenżyto jare w zależności od przewidywanego plonu i kompleksu glebowego

Przewidywany plon ziarna, t z 1 ha	Kompleks glebowo-rolniczy		
	pszenny bardzo dobry i dobry, pszenny wadliwy	żytni bardzo dobry	żytni dobry
Do 3,5	70	80	90
3,6–4,5	80	90	100
Powyżej 4,5	90	100	110

Źródło: Jadczyszyn i wsp. (2012)

nie siarką należy jednak pamiętać, że znaczące ilości tego pierwiastka towarzyszą innym składnikom pokarmowym w nawozach (Jadczyszyn i wsp. 2012).

Nawożenie mikroelementami

Nawożenie mikroelementami nabiera znaczenia w warunkach wysokiego plonowania pszenżyta. Na glebach o uregulowanym odczynie, przy optymalnym odżywieniu roślin makroskładnikami niedobór mikroelementów może stać się czynnikiem ograniczającym plon. Warto wówczas zbadać zawartość mikroelementów w glebach, zwłaszcza jeśli w gospodarstwie nie stosuje się nawożenia organicznego. O potrzebie stosowania nawozów mikroelementowych decyduje zasobność gleby. Na glebach o wysokiej zawartości mikroelementów nawożenie nimi jest zbędne. Przy niskiej zawartości w glebie wskazane jest nawożenie doglebowe mikroelementami oraz nawożenie dolistne (w szczególności roślin wrażliwych na niedobory) (Kościelniak i Dreczka 2009; Jadczyszyn i wsp. 2012; Wojtkowiak 2014).

Skutki błędów nawozowych

Jednym z błędów w nawożeniu wszystkich roślin zbożowych jest nieuregulowany odczyn gleby, co prowadzi do obniżenia efektywności wykorzystania składników pokarmowych. Przy czym błąd ten może wynikać nie tylko z niestosowania wapna, ale także z zastosowania wapna złej jakości. Innym bardzo ważnym błędem w nawożeniu pszenżyta jest niezbilansowanie dawek nawozów. Najbardziej drastycznym przykładem jest jednostronne nawożenie roślin azotem, gdyż zgodnie z prawem minimum o efektywności wykorzystania składników pokarmowych decyduje składnik będący w niedoborze. Tak więc jeśli na przykład ograniczymy lub zupełnie zrezygnujemy ze stosowania fosforu czy potasu na polu, na którym zasobność w te składniki jest bardzo niska to doprowadzimy do ograniczenia efektywności wykorzystania innych składników, w tym w szczególności azotu. Pobieranie i wykorzystanie azotu przez rośliny utrudnia niedobór magnezu. Nawożenie

zbóż tym składnikiem daje najlepsze efekty na glebach lekkich o odczynie kwaśnym. W gospodarstwach osiągających wysokie plony zbóż, w których stosuje się duże dawki nawozów azotowych istnieje potrzeba nawożenia mikroelementami. Należy pamiętać, że na glebach o wysokim pH, nawet przy średniej zasobności w mikroelementy, pierwiastki takie jak miedź, cynk i molibden są gorzej pobierane przez system korzeniowy roślin i mogą limitować wielkość i jakość plonu.

Niedostateczne zaopatrzenie roślin w fosfor i potas szczególnie w warunkach stresu suszy, prowadzi do obniżenia plonowania. Szczególnie ważnym pierwiastkiem jest potas, który reguluje gospodarkę wodną w roślinie.

Błędem jest stosowanie jednostronnego nawożenia azotem przy niedocenianiu fosforu i potasu. Jest to szczególnie niekorzystne na glebach mało zasobnych o niższej kulturze. Na glebach zasobnych w fosfor i potas można ograniczyć stosowanie tych składników przy wysokim poziomie nawożenia azotem, ale na krótki okres. Błędy agrotechniczne w uprawie mogą wpływać na wykorzystanie nawozów. Niepełne wykorzystanie fosforu i potasu powoduje, że składniki te pozostają w glebie i mogą być wykorzystane w latach następnych, natomiast azot łatwo ulega wypłukaniu i nie tylko stracony jest dla rolnika, ale często wywołuje skażenie środowiska, dostaje się bowiem do wód drenarskich lub gruntowych.

Duże znaczenie ma właściwy wybór nawozu azotowego. Wybierając nawóz azotowy, należy uwzględnić właściwości samego nawozu, jak i gleby, na której będzie stosowany. Na glebach kwaśnych nie należy stosować nawozów fizjologicznie kwaśnych, np. siarczanu amonu. W takich warunkach najlepszy jest mocznik. Na glebach lekko kwaśnych można stosować siarczan amonu. O wyborze nawozu azotowego powinien także decydować termin jego stosowania. Typowym nawozem przedsiewnym jest siarczan amonu. Pozostałe można stosować przedsiewnie, jak i pogłównie. W tym drugim przypadku o wyborze nawozu decyduje odczyn gleby i wymagania roślin. Na glebach o odczynie zasadowym można stosować mocznik i saletrę amonową. Mocznik nie jest zalecany na glebach bardzo kwaśnych i silnie zasadowych, w których przemiany mocznika są silnie ograniczone, szczególnie korzystnie działa on na glebach próchnicznych, ciepłych i zasobnych w wodę.

3.4. Dobór odmian

Pszenżyto dzięki dużym postępom w hodowli cechuje się wysoką plennością oraz stabilnością plonowania. Ze względu na dużą zawartość białka w ziarnie o korzystnym składzie aminokwasowym oraz wysokim współczynniku strawności, znalazło zastosowanie w żywieniu zwierząt. Posiada wysoką wartość paszową, zbliżoną do pszenicy przy stosunkowo niskich kosztach produkcji oraz mniejszych wymaganiach glebowych, przez co jest konkurencyjne w stosunku do innych zbóż. Ziarno jest bogate w węglowodany, błonnik, składniki mineralne i tłuszcz. Pszenżyto cieszy się zatem niesłabnącą popularnością wśród polskich rolników,

zwłaszcza forma ozima. Pszenżyto ozime zajmuje drugie miejsce po pszenicy ozimej, jeśli chodzi o areał uprawy i według danych GUS w roku 2017 było to blisko 1,2 mln ha, niewiele mniej w stosunku do roku 2016. Najwięcej uprawiano go w województwie wielkopolskim i mazowieckim, najmniej natomiast w Małopolsce i na Podkarpaciu. Pszenżyto jare ma dużo mniejsze znaczenie. W latach 2015–2017 powierzchnia uprawy tego zboża wynosiła według GUS około 200 tys. ha, co w strukturze zasiewów zbóż z mieszankami stanowiło blisko 3%. Pszenżyto jare największe znacznie ma w województwach pomorskim i mazowieckim, najmniejsze zaś – w opolskim i dolnośląskim.

Dla określenia wartości gospodarczej zarejestrowanych odmian pszenżyta prowadzi się doświadczenia w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO). Doświadczenia przeprowadza się na dwóch poziomach agrotechniki: przeciętnym i wysokim. Na poziomie przeciętnym (a_1) ochrona chemiczna ogranicza się do zaprawiania nasion (dopuszcza się wszystkie zarejestrowane zaprawy z wyjątkiem systemicznych), stosowania herbicydów i insektycydów. Dawka nawożenia azotowego na poziomie a_1 ustalana jest przez prowadzącego dane doświadczenie z uwzględnieniem jakości gleby i przedplonu oraz dotychczasowego przebiegu wegetacji, w szczególności ilości opadów. Wysoki poziom agrotechniki (a_2) dla pszenżyta ozimego obejmuje zwiększone (o 40 kg/ha) nawożenie azotem oraz stosowanie fungicydów (2 zabiegi) łącznie z dolistnymi nawozami wieloskładnikowymi i regulatorów wzrostu (1 zabieg). Z kolei w pszenżycie jarym na wysokim poziomie agrotechniki stosuje się tylko dwukrotny zabieg fungicydowy połączony ze stosowaniem nawozów dolistnych. Nie stosuje się natomiast regulatorów wzrostu (brak zarejestrowanych środków), a nawożenie azotem jest takie samo na obu poziomach agrotechniki. Warunki jakie zapewnia poziom a_1 dla rozwoju roślin, wydają się najbardziej zbliżone do wymogów stawianych przez rolnictwo integrowane. W związku z tym wyniki plonowania, odporność na choroby i wyleganie na przeciętnym poziomie agrotechniki powinny być podstawowymi wyznacznikami przy wyborze odmiany dla rolników chcących gospodarować w tym systemie.

Co roku rejestruje się kilka nowych odmian, które z reguły wyróżniają się lepszą plennością niż starsze, a także korzystniejszymi ocenami odporności na choroby. Mniejszy postęp notuje się w odniesieniu do innych cech rolniczych i użytkowych, choć na ogół odmiany wpisane w ostatnich latach do Krajowego Rejestru prezentują zadowalający poziom również pod tym względem. Obecnie w Krajowym Rejestrze pszenżyta ozimego znajduje się 49 odmian, w większości są to polskie odmiany, natomiast kreacje zagraniczne stanowią niewielki procent. W pszenżycie jarym zarejestrowanych jest 13 odmian, wszystkie z hodowli krajowej (DANKO Hodowla Roślin i Hodowla Roślin Strzelce).

W tabelach 13. i 14. przedstawiono wyniki ważniejszych cech rolniczo-użytkowych odmian pszenżyta ozimego. Wyniki pochodzą z doświadczeń PDO (dla

nowych odmian także z doświadczeń rejestrowych) przeprowadzonych w latach 2015–2017 (pominięto odmiany: Aliko, Atletico, Cyrkon, Elpaso, Grenado, KWS Trisol, Leontinio, Presto, Sorento, Todan, Tornado i Witon, niebadane w ostatnich 3 latach). W tabelach 15. i 16. przedstawiono wyniki dla 10 odmian pszenżyta jarego z lat 2015–2017 (pominięto niebadane w ostatnich 3 latach odmiany: Kargo, Matejko i Mieszko).

Podstawową cechą, na którą w pierwszej kolejności zwracają uwagę rolnicy stojący przed trudnym wyborem odmiany do siewu, jest oczywiście poziom plonowania. Przed podjęciem decyzji, którą odmianę wybrać, warto przeanalizować i popatrzeć na odmiany w szerszym kontekście. Sporym problemem przy wyborze odmiany jest zmienność wyników w latach oraz w poszczególnych doświadczeniach w danym roku. Powoduje to konieczność ciągłego śledzenia wyników odmian. Mimo dostępu do aktualnych danych zawsze istnieje ryzyko nietrafnego wyboru odmiany. Aby zminimalizować straty wywołane mniejszym od oczekiwanego plonem, warto wysiewać co najmniej dwie odmiany. Analizując odmiany warto również przyjrzeć się ich zdrowotności. W miarę upływu czasu i wzrostu powierzchni uprawy zwiększa się nasilenie patogenów, a dotychczasowa odporność odmian na choroby zostaje przełamana. Nowe odmiany na ogół charakteryzują się lepszą zdrowotnością w porównaniu do starszych. Szczególnie zauważalny jest postęp w odporności na rdzę żółtą. Obecnie pszenżyto porażane jest powszechnie przez septoriozę liści, mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną.

W takim klimacie jak polski, zmiennym i niestabilnym w latach, charakteryzującym się występowaniem mroźnych zim, warto również pochylić się nad oceną zimotrwałości. Na ogół wysokie oceny pszenżyta ozimego (5,0–6,5) wskazują, że rośliny są mniej wrażliwe na duże spadki temperatury i w razie srogiej zimy pozwoli to choć w pewnym stopniu zminimalizować straty związane z ich wymarznięciem. Z kolei warunki atmosferyczne latem, są również trudne w wyniku częstych burz występujących często z gradem, silnych wiatrów i ulew. Odporność na wyleganie nabiera w związku z tym dużego znaczenia. Pod tym względem dobrze wypadają na ogół odmiany krótkosłome. Odporność na wyleganie szczególnie ważna jest w pszenżycie jarym, gdyż od wielu już lat brak jest zarejestrowanych środków chemicznych zapobiegających wyleganiu. Ważna jest więc genetyczna odporność odmian. W tej cesze najlepiej oceniane są nowsze odmiany Sopot i Mamut, które są również niższe od pozostałych zarejestrowanych.

Istotne są także takie parametry ziarna, jak porastanie, masa 1000 ziaren, czy gęstość w stanie zsypnym. Porastanie ziarna w kłosie jest przypadłością, do której pszenżyto z natury ma większą skłonność niż inne zboża. W latach niesprzyjających terminowym zbiorom może znacząco pogorszyć jakość plonu, dlatego warto wybierać odmiany z wysokimi ocenami odporności.

Pszenżyto wykazuje mniejszą wrażliwość na jony glinu niż pszenica, większą jednak niż żyto. Należy unikać uprawy odmian o małej tolerancji na zakwaszenie gleby w warunkach niskiego odczynu.

W opracowaniu celowo nie wyszczególniono odmian pszenżyta mniej lub bardziej przydatnych do zintegrowanej uprawy. Założeniem było wskazanie kryteriów, które należy brać pod uwagę przy wyborze odmiany do tego sposobu gospodarowania.

Pewnym ułatwieniem przy wyborze odmiany do uprawy w danym rejonie mogą być „Listy odmian zalecanych do uprawy na obszarze województw" (tzw. LOZ). Tworzone są one na podstawie wyników doświadczeń prowadzonych w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) prowadzonego i koordynowanego przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej we współpracy z Samorządami Województw i Izbami Rolniczymi oraz innymi podmiotami zainteresowanymi wdrażaniem postępu biologicznego do naszego rolnictwa. Decyzje dotyczące LOZ w poszczególnych województwach są podejmowane przez dyrektorów Stacji Koordynujących PDO, po wcześniejszym zasięgnięciu opinii członków Zespołów Wojewódzkich PDO. Praktyka wskazuje, że LOZ nabierają coraz większego znaczenia i stają się ważnym regulatorem dopływu odmian do praktyki rolniczej. W roku 2018 na LOZ pszenżyta ozimego znajdują się 23 odmiany. W największej liczbie województw zalecane do uprawy są Meloman, Borowik i Trapero. Z kolei na LOZ pszenżyta jarego znalazło się 8 odmian, spośród których najczęściej rekomendowane były odmiany Mazur, Sopot i Mamut.

Tabela 13. Plon ziarna i inne ważniejsze cechy rolnicze odmian pszenżyta ozimego 2015–2017

Odmiany	Rok rejestracji	Plon ziarna		Wysokość	Wyleganie	Dojrzałość pełna	Masa 1000 ziaren	Zimotrwałość
		a_1	a_2					
		[dt z ha]		[cm]	skala 9°	dni od 1.01	[g]	skala 9°
1	2	3		4	5	6	7	8
Agostino	2011	77,8	89,5	98	7,6	204	45,3	3
Alekto	2008	76,3	93,3	97	8,9	203	42,4	4
Avocado	2016	84,0	96,3	122	7,0	204	47,9	5,5
Belcanto	2018	85,7	99,4	110	7,2	205	45,3	5,5
Bereniko	2011	82,2	74,6	116	6,5	204	40,2	3
Borowik	2011	80,1	94,4	127	7,4	204	51,1	5
Borwo	2008	78,1	90,7	103	7,6	205	45,0	6
Carmelo	2017	83,7	96,1	113	7,6	205	52,3	6

Tabela 13. Plon ziarna i inne ważniejsze cechy rolnicze odmian pszenżyta ozimego 2015–2017 – cd.

Odmiany	Rok rejestracji	Plon ziarna		Wysokość	Wyleganie	Dojrzałość pełna	Masa 1000 ziaren	Zimotrwałość
		a_1	a_2					
		[dt z ha]		[cm]	skala 9°	dni od 1.01	[g]	skala 9°
1	2	3		4	5	6	7	8
Festino	2016	79,8	91,7	102	7,5	203	44,1	4
Fredro	2010	79,0	93,8	115	7,4	203	45,6	4,5
Kasyno	2016	85,2	96,7	103	6,9	205	49,8	5,5
Lombardo	2015	84,4	97,7	105	7,0	203	46,4	5
Maestozo	2011	78,4	91,2	121	6,4	203	44,5	4
Meloman	2014	85,2	97,0	110	7,2	204	45,1	5,5
Octavio	2017	87,7	99,4	105	7,2	205	41,1	6
Orinoko	2017	83,8	96,6	109	7,5	205	52,6	6
Palermo	2013	73,2	92,4	115	7,8	205	43,8	6
Panteon	2015	81,4	97,0	116	6,5	203	42,8	6
Pigmej	2008	78,9	89,6	101	7,8	205	42,6	5,5
Pizarro	2008	80,9	92,9	121	6,5	205	44,0	5
Porto	2017	76,5	98,5	101	7,0	205	43,0	5,5
Rotondo	2014	86,4	93,5	97	7,2	204	44,9	5,5
Rufus	2016	83,3	97,6	103	6,9	204	43,1	4,5
Sekret	2016	82,0	93,9	109	8,0	205	41,3	5,5
Subito	2012	81,0	93,9	115	6,4	204	45,6	5,5
Tadeus	2017	84,6	98,0	99	8,0	204	47,1	5,5
Temuco	2016	85,1	96,8	102	7,8	204	40,6	4,5
Tomko	2012	75,6	90,2	105	7,8	205	43,1	6
Torino	2012	75,3	88,9	118	7,5	203	44,3	2,5
Toro	2018	86,6	97,8	102	7,3	204	42,0	5
Transfer	2013	71,7	92,5	101	7,0	205	44,3	6,5
Trapero	2015	83,0	95,5	114	7,3	204	42,4	6
Trefl	2015	82,2	94,0	114	6,9	204	46,3	5
Trismart	2007	75,2	91,0	124	6,1	203	49,5	6
Tulus	2009	77,5	92,5	114	7,5	203	45,9	4
Twingo	2012	74,2	88,6	93	7,7	204	44,6	6,5
Wiarus	2012	65,8	87,1	87	8,2	206	34,5	6,5

Tabela 14. Porażenie odmian pszenżyta ozimego przez ważniejsze choroby 2015–2017

Odmiany	Pleśń śniegowa	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Rynchosporioza	Septorioza liści	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów
	skala 9º								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agostino	8,2	7,8	8,0	8,2	8,2	7,4	7,3	8,0	7,9
Alekto	8,8	6,6	6,7	7,1	7,7	8,0	6,7	7,0	7,7
Avocado	7,6	8,3	8,3	8,7	8,5	8,0	7,1	8,4	8,3
Belcanto	8,0	8,1	7,6	8,6	8,7	7,7	7,6	7,2	7,9
Bereniko	8,7	7,8	8,0	7,7	8,3	8,0	7,5	7,8	8,4
Borowik	8,0	7,8	7,5	7,9	7,5	7,7	7,1	7,5	7,7
Borwo	7,8	8,0	7,1	8,5	8,9	8,2	7,4	7,8	8,1
Carmelo	8,6	8,1	7,9	7,7	8,2	8,0	7,1	7,1	8,3
Festino	8,2	8,0	7,9	8,2	8,6	7,9	7,1	7,4	7,7
Fredro	8,0	7,6	6,6	7,8	7,5	7,9	6,7	8,0	7,8
Kasyno	8,4	7,9	7,3	8,7	8,9	8,1	7,7	7,5	8,2
Lombardo	8,4	7,7	7,6	7,3	8,2	7,7	6,9	7,8	7,8
Maestozo	8,2	7,8	7,4	8,3	7,4	7,9	7,0	7,8	8,1
Meloman	8,3	7,9	8,3	8,4	8,3	8,1	7,2	7,7	8,1
Octavio	8,6	8,2	7,6	8,2	8,4	8,1	7,0	7,6	8,1
Orinoko	8,7	8,0	8,4	8,4	8,0	8,2	7,2	8,1	8,3
Palermo	8,1	8,0	6,2	8,0	6,4	7,6	6,6	7,8	8,2
Panteon	8,1	8,1	7,6	8,3	7,0	8,0	7,1	7,3	8,2
Pigmej	7,6	7,9	7,2	8,4	9,1	7,7	7,3	7,5	8,0
Pizarro	8,5	7,6	8,5	8,0	8,3	8,0	7,3	8,0	7,9
Porto	8,4	8,3	8,0	8,7	8,2	8,0	7,2	7,9	7,7
Rotondo	8,1	7,9	7,8	8,1	6,4	8,1	6,7	8,0	8,0
Rufus	8,2	8,2	7,4	7,5	7,9	7,3	7,0	7,4	8,2
Sekret	8,6	8,2	8,0	8,7	8,9	8,2	7,8	8,1	7,8
Subito	8,2	7,3	7,4	8,2	7,5	7,6	6,9	7,4	8,0
Tadeus	8,6	7,9	8,2	7,4	7,7	7,9	6,8	7,1	8,0
Temuco	8,4	7,9	7,9	8,6	8,5	8,0	7,1	7,3	7,9
Tomko	7,9	7,7	7,6	8,2	7,1	8,0	7,0	7,6	7,6

Tabela 14. Porażenie odmian pszenżyta ozimego przez ważniejsze choroby 2015–2017 – cd.

Odmiany	Pleśń śniegowa	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Rynchosporioza	Septorioza liści	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów
	skala 9°								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Torino	7,9	7,8	7,6	8,2	7,2	7,8	6,9	7,8	7,7
Toro	8,7	8,2	8,2	8,3	8,2	8,0	7,3	7,8	8,1
Transfer	8,2	7,6	6,0	8,0	7,2	8,0	6,8	7,6	7,7
Trapero	7,7	7,7	7,6	8,3	8,5	7,8	7,3	7,4	7,9
Trefl	7,9	7,9	8,3	8,6	8,1	8,2	7,3	7,5	8,3
Trismart	8,9	7,5	7,6	6,5	6,8	7,9	6,4	7,6	7,7
Tulus	7,8	7,7	7,1	7,8	8,5	7,9	7,0	7,8	8,2
Twingo	8,1	7,8	6,2	8,0	8,3	7,8	6,7	7,0	7,4
Wiarus	8,8	8,2	5,1	6,8	5,2	8,0	5,8	7,5	7,5

Tabela 15. Plon ziarna i inne ważniejsze cechy rolnicze odmian pszenżyta jarego 2015–2017

Odmiany	Rok rejestracji	Plon ziarna		Wysokość	Wyleganie	Dojrzałość pełna	Masa 1000 ziaren
		a_1	a_2				
		[dt z ha]		[cm]	skala 9°	dni od 1.01	[g]
Andrus	2009	66,0	71,4	106	6,3	214	44,9
Dublet	2006	67,3	73,1	104	6,1	214	41,9
Hugo	2018	68,7	74,5	102	6,6	214	44,2
Mamut	2016	69,8	75,0	95	7,7	214	41,4
Mazur	2014	68,6	73,4	98	7,4	214	42,2
Milewo	2008	64,3	71,5	108	6,9	213	40,4
Milkaro	2007	65,9	71,2	109	5,7	213	43,3
Nagano	2008	60,7	68,8	94	8,0	213	40,9
Puzon	2015	65,1	70,4	101	7,4	214	39,4
Sopot	2015	68,5	74,0	91	7,7	214	40,5

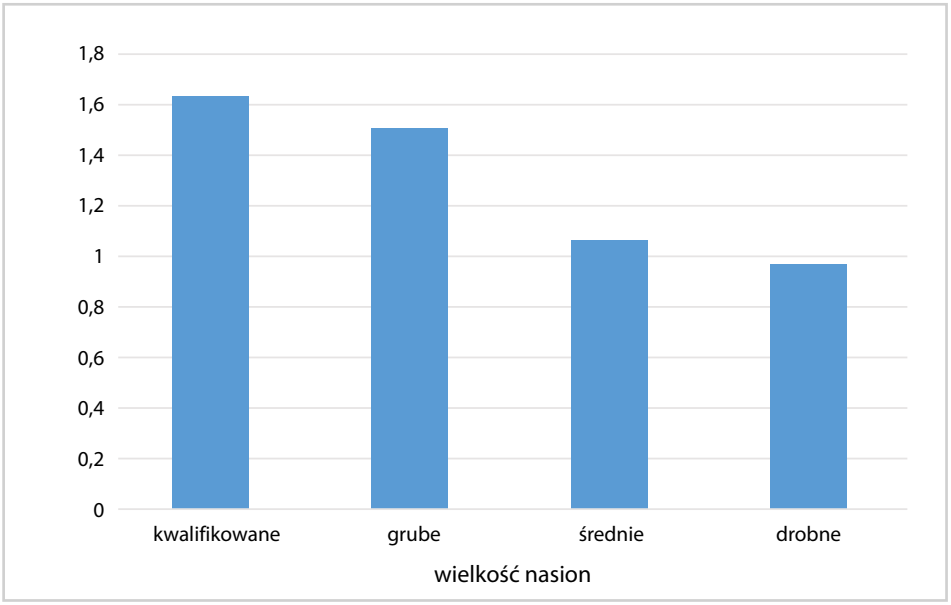
Tabela 16. Porażenie odmian pszenżyta jarego przez ważniejsze choroby 2015–2017

Odmiana	Choroby podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy	Rdza brunatna	Rdza żółta	Brunatna plamistość liści	Rynchosporioza	Septorioza liści	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Sporysz
	skala 9º									[mg/kg]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Andrus	6,9	7,5	8,2	8,1	7,6	7,9	7,5	7,8	6,8	1657
Dublet	7,2	7,9	7,6	8,8	8,0	7,8	7,1	7,7	8,0	812
Hugo	•	7,7	7,7	8,6	8,1	7,8	7,0	8,3	8,1	0
Mamut	7,1	8,3	8,1	8,7	7,9	7,8	7,6	7,7	7,6	642
Mazur	7,1	7,9	8,1	8,4	7,9	7,8	7,2	7,8	7,9	647
Milewo	7,3	8,0	7,8	6,6	7,8	7,7	6,9	7,5	7,3	483
Milkaro	7,3	8,2	8,2	8,0	7,1	7,5	6,7	7,5	7,0	0
Nagano	7,2	8,1	7,7	5,3	7,7	7,4	7,1	6,4	8,3	541
Puzon	7,2	7,8	8,3	8,3	7,8	7,9	7,0	7,8	7,5	701
Sopot	7,1	7,7	8,0	8,8	8,0	7,7	7,2	8,1	7,6	450
Liczba doświadczeń	10	48	52	29	32	20	72	19	12	11

3.5. Siew

Ważnym elementem integrowanej technologii produkcji pszenżyta jest prawidłowe wykonanie siewu. Jego główne elementy to: odpowiedni materiał siewny, termin siewu i ilość wysiewu. Decyduje on o podstawowych elementach plonu, tj. liczbie kłosów na jednostce powierzchni i liczbie ziaren w kłosie. Do siewu należy używać zaprawionego materiału kwalifikowanego, który gwarantuje czystość odmianową i odpowiednią jakość materiału siewnego. Zaprawiony kwalifikowany materiał siewny znakomicie wpisuje się w integrowaną ochronę pszenżyta. Zaprawy nasienne chronią ziarno przed chorobami grzybowymi w początkowym okresie wegetacji i stanowią niezbędny element integrowanej technologii produkcji. Materiał siewny pochodzący z zakupu w zależności od stopnia kwalifikacji można wysiewać przez 3–5 lat, bez obawy o spadek plonu, jeżeli jego reprodukcja była staranna. Stosując własny materiał siewny należy przed przystąpieniem do siewu zwrócić uwagę na zdolność kiełkowania oraz dorodność materiału siewnego określoną przez wielkość ziarniaków (Sułek i Podolska 2004). Jak wykazały badania prowadzone w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożo-

Rys. 9. Plon pszenżyta ozimego [kg/m^2] w zależności od wielkości wysiewanego ziarna



Źródło: Sułek i Podolska (2004)

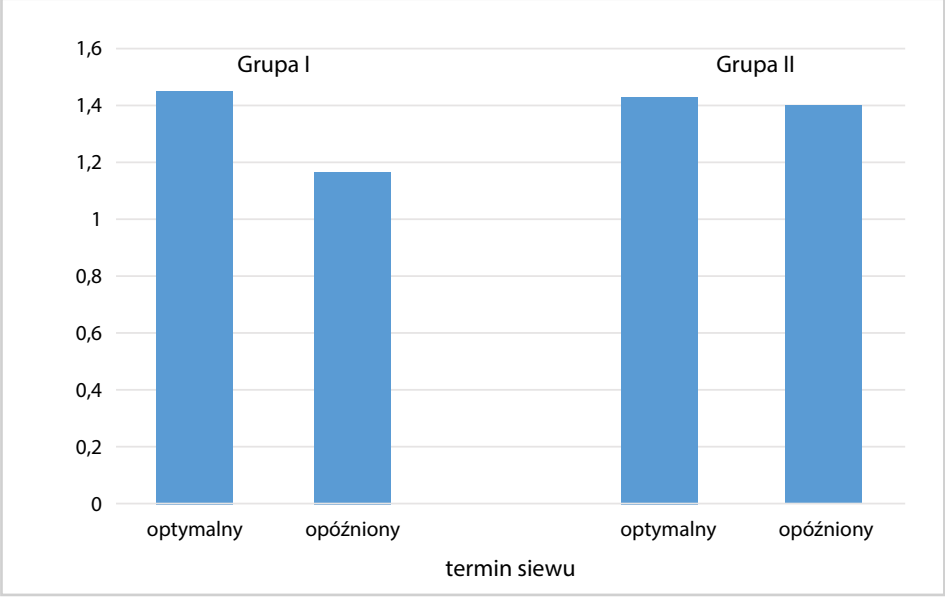
wych IUNG – PIB, jedynie dorodne ziarno gwarantuje wyrównane, równomierne, pełne wschody, a przez to wpływa na wielkość plonu ziarna (rys. 9). Wysiew nasion drobnych zawsze łączy się z obniżką plonowania z uwagi na mniejszy wigor siewek (Sułek i Podolska 2004).

Pszenżyto ozime

Duże znaczenie w technologii produkcji pszenżyta ozimego odgrywa termin siewu. Najwyższe plony ziarna tego gatunku uzyskuje się przy siewie w drugiej (północna i wschodnia część kraju) i trzeciej (środkowa, zachodnia i południowa część kraju) dekadzie września. Wymagania cieplne pszenżyta są pośrednie w stosunku do żyta i pszenicy (Budzyński i Szempliński 2003). Właściwy wzrost i rozwój pszenżyta przebiega w średniej temperaturze dobowej 14°C na początku okresu wegetacji i około 8°C przy jego końcu. Takie warunki sprzyjają dobremu krzewieniu i właściwemu hartowaniu się roślin przed zimą. Rośliny z siewów późnych (koniec października) najczęściej jesienią nie osiągają fazy krzewienia, zatem okres wschody-krzewienie tych roślin wydłuża się do wiosny, kiedy długość dnia jest dłuższa o ponad 3 godziny. W tych warunkach dochodzi do gwałtownego skracania się długości fazy krzewienia, co skutkuje redukcją liczby wytworzonych pędów na roślinie, prowadząc w konsekwencji do mniejszej obsady kłosów na jednostce powierzchni. Opóźnienie terminu siewu powoduje również, że rośliny osiągają fazę strzelania w źdźbło przy dniu długim, powodującym skrócenie okre-

su od strzelania w źdźbło do kłoszenia, w którym to okresie ostatecznie formują się płodne kwiatki w kłosie. Dalsze fazy wzrostu i rozwoju pszenżyta występują w zbliżonych terminach niezależnie od terminu siewu. Okres wegetacji pszenżyta późno wysianego jest krótszy nawet do 30 dni w odniesieniu do terminu optymalnego, głównie jest to spowodowane skróceniem okresu wschody-strzelanie w źdźbło (Jaśkiewicz 2014). Obok niekorzystnego oddziaływania późnego terminu siewu na liczbę kłosów oraz ich rozwój stwierdza się redukcję powierzchni asymilacyjnej i gromadzenia masy roślinnej. 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 pszenżyta wytwarzają mniejszą liczbę kłosków w kłosie, mniejszą liczbę ziarna w kłosie, mają krótszy kłos, dlatego w porównaniu do roślin wysokich plon jest dużo mniejszy (Jaśkiewicz i Mazurek 1997). Ujemne skutki terminu siewu możemy ograniczyć między innymi poprzez wysiew odmian tolerancyjnych, zwiększenie ilości wysiewu, bronowanie plantacji w okresie ruszenia wegetacji i w fazie krzewienia oraz poprzez wczesne wiosenne nawożenie azotem w okresie ruszenia wegetacji wiosennej. Badania Jaśkiewicz (2009) wskazują na istnienie zróżnicowania odmian, co do wrażliwości na długość dnia (rys. 10). U odmian

Rys. 10. Plon ziarna [kg/m^2] odmian pszenżyta ozimego wrażliwych na termin siewu (Grupa I) i niewrażliwych na termin siewu (Grupa II)



Źródło: Jaśkiewicz (2009)

o większej wrażliwości (Grupa I), wraz z każdym opóźnieniem siewu, zmniejszeniu ulega liczba kłosów, plon ziarna z rośliny, plon ziarna z kłosa, co skutkuje zmniejszeniem plonu ziarna z jednostki powierzchni (Jaśkiewicz i Mazurek 1997; Jaśkiewicz 2009). Odmiany o mniejszej wrażliwości (Grupa II) charakteryzują się małymi zmianami cech struktury plonu przy wysiewie w opóźnionym terminie.

Jednym z ważniejszych elementów integrowanej technologii produkcji zbóż jest zapewnienie optymalnej liczby kłosów na jednostce powierzchni. Bardzo duże znaczenie dla dobrego plonowania pszenżyta ozimego ma właściwy dobór gęstości siewu, z którą wiąże się obsada kłosów na jednostce powierzchni. Początkowo każde zwiększenie obsady kłosów powoduje wzrost poziomu plonowania, następnie zwiększenie nie wywołuje zmian plonu, a dalszy wzrost powoduje jego spadek (Jaśkiewicz 2009). Takie kształtowanie się poziomu plonowania związane jest ze zmianą warunków świetlnych i żywieniowych oraz wzajemnym oddziaływaniem konkurencyjnym roślin i pędów na siebie (Jaśkiewicz i Mazurek 1997). Zagęszczenie liczby roślin na jednostce powierzchni oddziałuje na budowę łanu poprzez zmiany wysokości roślin i rozkrzewienie produkcyjne (Jaśkiewicz 2008). Równolegle z zagęszczeniem roślin zwiększa się udział w łanie roślin o skróconych pędach, charakteryzujących się mniejszą liczbą ziaren w kłosie i masą pojedynczego ziarna w porównaniu do roślin wysokich, co w konsekwencji prowadzi najpierw do zmniejszenia się korzystnego oddziaływania na plon obsady kłosów, a następnie do zaniku tego oddziaływania i spadku plonu z jednostki powierzchni. Normy wysiewu pszenżyta ozimego podano w tabeli 17.

W badaniach Jaśkiewicz (2009, 2014) stwierdzono specyficzne wymagania odmian, co do ilości wysiewu. Odmiany niewykazujące spadku plonu ziarna przy zagęszczonym siewie (Grupa I) (rys. 11). Mają mniejsze wymagania w stosunku do natężenia światła, dlatego w warunkach częściowego zacienienia, zmiany w krzewistości i liczbie kłosków w kłosie są u nich stosunkowo niewielkie. Odmiany o większych wymaganiach przy dużej obsadzie roślin istotnie redukują nie tylko krzewienie produkcyjne, ale również produktywność kłosa, co powoduje spadek plonowania (Grupa II) (rys. 11).

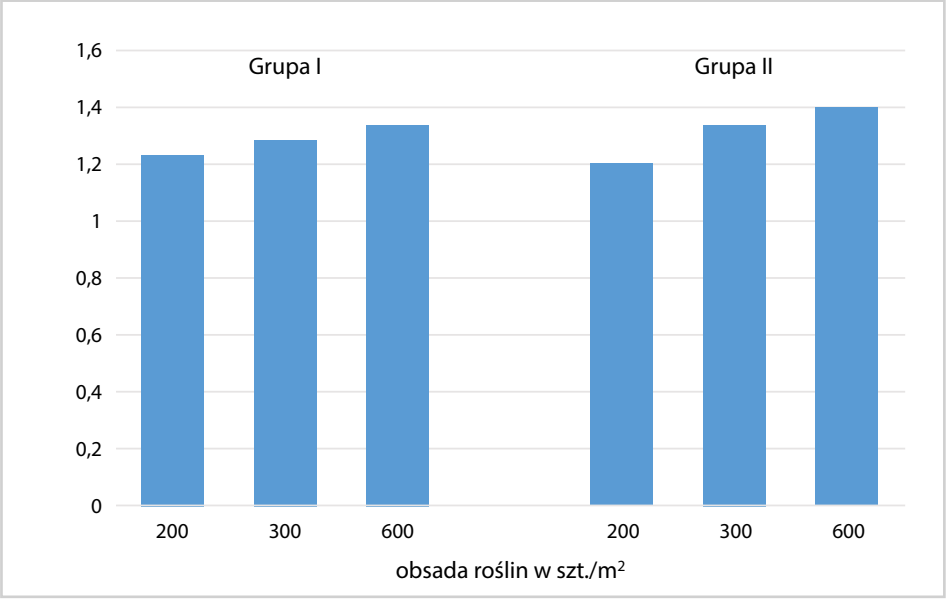
Na glebach żyznych dobrze zaopatrzonych w składniki pokarmowe i wodę, występuje silne krzewienie roślin i bujny wzrost. Nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzenie sprzyjają nasileniu się porażenia pszenżyta przez choroby,

Tabela 17. Normy wysiewu pszenżyta ozimego [mln ziaren/ha]

Kompleks glebowy	Norma wysiewu
Pszenny	250 (105)–300 (126)*
Żytni bardzo dobry	300 (126)–400 (186)
Żytni dobry	400 (168)–500 (210)

*w nawiasach podano przybliżony wysiew w kg/ha (przy MTZ 40 g, zdolności kiełkowania 95%)
Źródło: Jaśkiewicz (2014)

Rys. 11. Plon ziarna odmian pszenżyta ozimego wymagająca małej obsady roślin (200 szt. na m^2) (Grupa I) i średniej obsady roślin (300 szt. na m^2) (Grupa II)



Źródło: Jaśkiewicz (2009)

które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna. Dlatego uzasadniona jest potrzeba rzadszego siewu (tab. 18).

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

Zarówno przy nawożeniu niskimi dawkami azotu, jak i przy opóźnieniu terminu siewu obserwuje się słabe rozkrzewienie roślin i niedostateczną liczbę kłosów w łanie, co można zrekompensować w pewnym stopniu większą gęstością siewu. Podwyższenie normy wysiewu stosuje się przy dużym opóźnieniu siewu i na słabszych glebach. Zwiększanie ilości wysiewu przy bardzo dużym opóźnieniu terminu siewu, zwłaszcza w warunkach suszy, nie jest jednak efektywne z powodu słabych wschodów, dużego wypadania roślin i zmniejszenia liczby ziaren w kłosie. Słabe wschody zbóż są też skutkiem mało starannej uprawy roli (nierównomierna głębokość umieszczenia nasion) i w takich warunkach racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu.

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

Tabela 18. Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu zbóż ozimych w zależności od różnych warunków i czynników

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Pszenżyto ozime
Kwaśny odczyn gleby	+ (2–4%)
Opóźniony termin siewu	+ (3–6%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (3–5%)
Mało staranna uprawa roli	+ (2–4%)
Odmiany silnie krzewiące się	– (30–40%)*
Odmiany słabo krzewiące się	+ (4–7%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (2–3%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (4–6%)

*odmiany krótkosłome (półkarłowe)
Źródło: Noworolnik (2015)

znacznie ograniczyć plon ziarna. Siew należy wykonać na głębokość 2–4 cm, w zależności od uwilgotnienia i zbitości gleby. Dla prawidłowego rozwoju roślin bardzo istotna jest równomierność wysiewu oraz jak największa odległość ziaren od siebie w rzędzie, które można uzyskać w myśl zasady – im większa gęstość tym rozstawa powinna być mniejsza. Stąd najczęściej stosuje się rozstawę rzędów co 10–11 cm.

Pszenżyto jare

Dotrzymanie terminu siewu uważa się za jeden z podstawowych zabiegów agrotechnicznych integrowanej produkcji. Siew pszenżyta jarego należy wykonać możliwie najwcześniej, gdy pozwala na to stan roli. Wówczas rośliny rozwijają silniejszy system korzeniowy. Umożliwia on intensywnej pobierać składniki pokarmowe i korzystać z zapasów wody z głębszych warstw gleby. Wczesny termin siewu w połączeniu z dobrymi warunkami glebowymi sprzyja wytwarzaniu większej masy wegetatywnej zbóż, co powoduje zagrożenie wyleganiem roślin. W takim przypadku ważny jest dobór odmiany odpornej na wyleganie. Pszenżyto jare jest rośliną dnia długiego, o silnie zaznaczonym fotoperiodyzmie. Wskutek tego opóźnienie siewu bardzo silnie redukuje krzewienie produkcyjne, ograniczając zagęszczenie kłosów na jednostce powierzchni gleby, co w konsekwencji powoduje obniżkę plonu (Nieróbca 2004; Jaśkiewicz i Brzóska 2011). Niekorzystny wpływ opóźnienia terminu siewu na plonowanie zbóż można ograniczyć w pewnym stopniu poprzez zwiększenie dawki azotu (tab. 19). Silniej zaznacza się to w gorszych warunkach glebowych. Azot jest czynnikiem pobudzającym rośliny do lepszego krzewienia się, natomiast opóźnienie siewu poprzez skrócenie fazy krzewienia roślin wpływa na to odwrotnie. Jednak przy dużym opóźnieniu terminu siewu (po 20 kwietnia) stosowanie wysokich dawek azotu jest nieuzasadnione, w związku z mniejszym pobraniem azotu przez rośliny w krótszym okresie wegetacji.

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

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Pszenżyto jare
Kwaśny odczyn gleby	+ (3–4%)
Opóźniony termin siewu	+ (7–15%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–4%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (4–5%)
Mało staranna uprawa roli	+ (2–4%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (2–4%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (3–4%)

Źródło: Noworolnik (2015)

Tabela 20. Zalecane ilości wysiewu pszenżyta jarego w mln ziaren/ha i kg/ha

Kompleks glebowy	Norma wysiewu
Pszenny	4,5 (193)–5,0 (215)*
Żytni bardzo dobry	5,0 (215)–5,5 (236)
Żytni dobry	5,5 (236)–6,0 (257)

*dla MTZ – 40 g, zdolność kiełkowania nasion 95% i czystości 98%

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem, słabnie efektywność dużej gęstości siewu, gdyż wysokie dawki N potęgują rozkrzewienie zbóż. W warunkach niedoboru azotu rośliny słabo się krzewią i wówczas skuteczne jest stosowanie większej ilości wysiewu (tab. 19).

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 poprzez zmniejszenie ich przestrzeni życiowej (tab. 19).

Stosowanie odpowiedniej normy wysiewu dla pszenżyta jarego zależy od warunków siedliskowo-agrotechnicznych (tab. 19).

Badane odmiany pszenżyta jarego mają podobne wymagania, co do gęstości siewu (Nieróbca 2004; Jaśkiewicz i Brzóska 2011) (tab. 20).

W warunkach właściwej agrotechniki liczba roślin na 1 m^2 po wschodach w stosunku do wysianych ziaren powinna wynosić 90–95%. W fazie krzewienia optymalna obsada roślin wynosi 450–540 roślin na 1 m^2. Procesy samoregulacji zachodzące w łanie powodują, że liczba roślin na 1 m^2 w fazie strzelania w źdźbło może się zmniejszyć. Wysoki plon ziarna można uzyskać z łanu o obsadzie 450–500 kłosów na 1 m^2. Taka obsada gwarantuje także uzyskanie dobrej produkcyjności kłosa (27–30 ziaren z kłosa, 39–40 g MTZ). Średni plon ziarna z 1 ha wynosi 4,5–5,5 t/ha, a słomy 4,0–4,5 t/ha (Nieróbca 2002).

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

Spośród kilkuset gatunków chwastów ponad 200 występuje w zbożach. Większość z nich to kosmopolityczne, pospolite gatunki występujące w znacznym nasileniu. Inne pojawiają się lokalnie, a ich liczebność związana jest z typem siedliska. Zachwaszczenie pszenżyta jarego i ozimego w praktyce nie różni się od składu gatunkowego charakterystycznego dla analogicznych form pszenicy. Przyjmuje się, że są zachwaszczane około 150 pospolitymi gatunkami (Paradowski 2009). Na początku lat sześćdziesiątych (Tymrakiewicz 1962) szacowano, że w zbożach ozimych występują średnio 42 gatunki, a ich różnorodność na jednym polu nie przekracza 70 gatunków. Dwadzieścia lat później Domańska (1980) stwierdza, że wzrost zachwaszczenia pól jest zjawiskiem obserwowanym powszechnie w całym rolnictwie na świecie, a podstawowymi przyczynami są nowoczesne metody uprawy i zbioru, wysoki poziom nawożenia oraz upraszczanie zmianowań. Aktualnie na polach takiej bioróżnorodności nie ma. Zaledwie kilkanaście do nieco ponad 20 gatunków chwastów na jednym polu można przyjąć za przeciętne zachwaszczenie. Potwierdziły to badania (Hruszka 2005), podczas których w pięcioletnim cyklu doświadczalnym łan pszenżyta ozimego przeciętnie zasiedlało 20 gatunków chwastów. Ozime formy pszenżyta ozimego, dość łatwo ulegają zachwaszczeniu miotłą zbożową (Cichy 1988), ponieważ tempo rozwoju pszenżyta ozimego jesienią i wiosną zbliżone jest bardziej do pszenicy niż do żyta.

Pszenżyto jare jest podobnie zachwaszczone, jedynie inaczej rozłożone są proporcje między wschodami gatunków. Wszystkie wschodzą wiosną i nie wyodrębnia się wśród nich form zimujących. Ponadto, zamiast miotły zbożowej charakterystycznej dla form ozimych, w formach jarych pojawia się owies głuchy.

4.1. Niechemiczne metody odchwaszczania

Jednym z podstawowych haseł integrowanych metod jest stosowanie chemicznych środków ochrony roślin tylko wtedy, jeżeli został przekroczony próg szkodliwości. Niestety oficjalnych progów szkodliwości dla chwastów nie opracowano. Spotykane w literaturze dotyczą głównie wybranych pól, pojedynczych doświadczeń lub badań w danym roku podczas konkretnych warunków klimatyczno-glebowych. Brak w tych zestawieniach powtarzalności, a niektóre porównania wykazują skrajne różnice. Należy zwrócić uwagę, że określenie progów dla chorób i szkodników jest zdecydowanie prostsze z tego względu, że na rozwój tych patogenów wpływa mniej czynników, a ich szkodliwość można wyrazić w sposób wymierny. Chwasty inaczej reagują na szereg czynników. Do podstawowych na-

leży ich rozwój uzależniony od warunków pogodowych (ciepło – zimno, mokra – sucha gleba, wysoka wilgotność – niska wilgotność powietrza itp.), glebowych (nieomalże niezliczona liczba typów gleb), nawożenia (nawożąc roślinę uprawną nawozimy chwasty) i konkurencji (zarówno rośliny uprawnej, jak i innych chwastów). To tylko część czynników mających wpływ na rozwój chwastów, stąd nie dziwi fakt, że ustalenie obligatoryjnych progów szkodliwości jest trudne. Z podawanych przez różne media danych należy korzystać i traktować je, jako informacje pomocnicze, jednak nie można ich traktować, jako podstawowych wartości, pozwalających w sposób jednoznaczny podejmować decyzje o sposobie i ilości stosowania herbicydów (substancji czynnych).

W integrowanym ograniczaniu zachwaszczenia w uprawach rolniczych kładzie się nacisk na stosowanie niechemicznych metod zwalczania chwastów. Uprawa zbóż, w tym pszenżyta ozimego i jarego, charakteryzuje się bardzo wąską rozstawą międzyrzędzi. Najczęściej są siane w rzędach, od 10 do 15 cm, maksymalna rozstawa w pszenżycie ozimym wynosi nie więcej niż 20 cm szerokości. Taka technologia praktycznie wyklucza możliwość zwalczania chwastów w sposób mechaniczny, zwłaszcza w starszych fazach rozwojowych. Pielęgnowanie zasiewów pszenżyta ozimego 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 (Cichy 1988; Adamczewski i Dobrzański 2008), natomiast zabieg ten wykonany krótko po wschodach pszenżyta (przez analogie do pszenicy) uważany jest za niecelowy, a czasami nawet szkodliwy (Budzyński i Szempliński 2003). Porównawcze badania oceniające wpływ uprawy na zawartość aminokwasów egzogennych w białku ziarna (Brzozowska i wsp. 2009) nie wykazały różnic między obiektem bronowanym w fazie krzewienia, odchwaszczanym chemicznie oraz bronowanym i odchwaszczanym chemicznie (florasulam + 2,4-D). W przeprowadzonych w latach 2000–2004 doświadczeniach analizowano wpływ zabiegów mechanicznych, biologicznych oraz chemicznych, na zachwaszczenie i plon pszenżyta ozimego (Hruszka 2005). Najlepszy efekt chwastobójczy uzyskano po zastosowaniu herbicydów, dalej metod biologicznych i najsłabiej po jedno- i dwukrotnym bronowaniu. Jednak zniszczenie chwastów po zabiegach bronowania w granicach 62,3–64,1% oraz dodatni wpływ spulchnienia gleby i zwiększenia krzewienia spowodowało, że ostatecznie uzyskane plony były istotnie wyższe od innych testowanych kombinacji. Wiosenne bronowanie pszenżyta ozimego jest zabiegiem bardzo korzystnym. Poza niszczeniem chwastów i skorupy glebowej poprawia stosunki powietrzno-wodne. Bronowanie należy wykonać na ukos lub w poprzek rzędów 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, lub brony-chwastowniki.

Chcąc ograniczyć stosowanie herbicydów, a zwłaszcza obniżać ich dawki należy także zwracać uwagę na przedplon. Zając i wsp. (2006) wykazali, że pszenżyto

ozime najlepiej plonowało po roślinach bobowatych oraz dość dobrze po jęczmieniu i pszenicy z wsiewką koniczyny. Według badań Buraczyńskiej i Ceglarka (2009) uprawa pszenżyta ozimego w stanowiskach po grochu siewnym i mieszankach pszenżyta jarego z grochem siewnym oraz pszenicy jarej z grochem siewnym, wpływała istotnie na wzrost plonu ziarna i białka ogólnego w porównaniu z uprawą po samych zbożach, będących komponentami mieszanek. W późniejszych badaniach Buraczyńska (2010) uzyskała potwierdzenie poprzednich wyników. Lepszym przedplonem dla pszenżyta ozimego okazał się groch i jego mieszanka z pszenicą jarą niż sama pszenica jara. Zaletą tych przedplonów było obniżenie liczby i suchej masy chwastów. W ramach doświadczeń dotyczących zachwaszczenia pszenżyta w warunkach uproszczonej uprawy Parylak i wsp. (2009) stwierdzili istotne obniżenie liczby chwastów na polu z międzyplonem ściernisko-wym oraz w warunkach uprawy zerowej w stosunku do tradycyjnej uprawy. Także w wyniku przeprowadzonych doświadczeń (Płaza i Ceglarek 2007) stwierdzono, że zastosowanie międzyplonów istotnie redukowało biomasę i liczbę chwastów. Najlepsze efekty uzyskano po przeoraniu życicy wielokwiatowej, a do gatunków najlepiej zredukowanych należała miotła zbożowa i fiołek polny.

Zainteresowanie pszenżytem jarym jest stosunkowo małe, to zaledwie kilkanaście odmian uprawianych na powierzchni około 214 tys. ha (lata 2014–2016). Przez analogie do pszenicy jarej, pszenżyto jare można bronować. Kierzek i Wachowiak (2004) zalecają zabiegi bronowania po siewie, gdy ukażą się wschody chwastów oraz po raz drugi po rozkrzewieniu się zboża (nie wcześniej niż w stadium 4 liścia). Jednak nie są to zabiegi, które mogą całkowicie zabezpieczyć uprawę przed zachwaszczeniem. Można je wykonać, ale koniecznie przed zabiegami chemicznego zwalczania chwastów. Do metod integrowanych można zaliczyć badania przeprowadzone przez Wesołowskiego i Maziarza (2010), którzy oceniali zachwaszczenie mieszanek międzyodmianowych pszenżyta jarego. Siew odmian Wanad i Gabo w proporcji 40 : 60 lub 50 : 50 spowodował zmniejszenie liczby i powietrznie suchej masy dominujących gatunków chwastów w stosunku do siewu pojedynczych odmian.

4.2. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Pszenżyto, chociaż pod względem hodowlanym jest najmłodszym zbożem, szybko zdobyło popularność i tym samym zainteresowanie koncernów fitofarmaceutycznych. Jednym z czynników wpływających na plon jest przygotowanie stanowiska. Czarnocki i wsp. (2006) stwierdzili, że rezygnacja z mechanicznej uprawy pożniwnej na rzecz zastosowania herbicydu totalnego (glifosat) pozwala na zmniejszenie ponoszonych nakładów przy utrzymaniu wysokiego plonowania, stąd ten sposób uprawy roli pod pszenżyto może być zalecany w praktyce rolniczej. O ograniczonym wpływie herbicydów na plonowanie pszenżyta świad-

czą badania Jaśkiewicz (2010) z porównaniem intensywnej, zintegrowanej i standardowej technologii ochrony zasiewów. Uzyskany plon malał wraz z kolejnością wymienianych technologii, jednak autorka wyjaśnia, że decydujący wpływ na to miały gęstość siewu i nawożenie, a czynnikiem zmiennym nie były herbicydy.

Świadczą o tym badania i obserwacje prowadzone z miotłą zbożową w pszenżycie (Pawlonka i wsp. 2010). Zaobserwowano, że okres wegetacji miotły zbożowej, która wschodziła podczas jesieni wynosił od 92,9 do 133,7 dni, natomiast po wschodach wiosennych tylko 75,7 dni. Osobniki ze wschodów jesiennych miały wyższą żywotność i tworzyły liczniejsze populacje w porównaniu z osobnikami, które wzeszły wiosną. Wyeliminowanie silnych egzemplarzy już jesienią z pewnością ogranicza niekorzystny proces współzawodnictwa.

Zgodnie z metodami integrowanymi pszenżyto ozime podobnie jak pozostałe uprawy ozime należy odchwaszczać wcześnie to znaczy już jesienią. Częstą przyczyną zaniechania wykonania tego zabiegu jest obawa przed poniesionymi i niewykorzystanymi nakładami na herbicydy oraz kłopotami ze stanowiskiem pod rośliny następcze w przypadku wymarznięcia plantacji. Do zaorania plantacji wiosną dochodzi stosunkowo rzadko. Nawet, jeżeli zaistnieje taka konieczność, uzyskane stanowisko jest wolne od chwastów (działanie herbicydu), na którym można zawsze wysiać zboża lub niektóre inne rośliny jare, ograniczając koszty na kontynuację zabiegów zwalczających chwasty. Dlatego odchwaszczanie, bez większego ryzyka, można wykonać jesienią. Zaletą wykonania zabiegów w tym terminie jest właśnie zapobieganie niekorzystnemu działaniu niskiej temperatury podczas zimy. Na nieodchwaszczanych plantacjach pszenżyta ozimego, wczesną wiosną można zauważyć znaczną liczbę zaawansowanych w rozwoju, zahartowanych chwastów, pochodzących ze wschodów jesiennych. Głównie są to tak zwane chwasty zimujące.

Znaczna ilość wody z roztopów i opadów wiosennych często stanowi przeszkodę i utrudnia wjazd w pole oraz wykonanie zabiegów w optymalnych terminach. Chwasty natomiast nieprzerwanie rosną, osiągając fazy coraz trudniejsze do zwalczenia. W takich warunkach zdarza się, że w celu uzyskania pożądanego efektu chwastobójczego, wiosną niejednokrotnie należy stosować herbicydy w najwyższych zalecanych dawkach, co jest niezgodne z założeniami metod integrowanych (Kościelniak i Dreczka 2009) lub wybrać te bardziej skuteczne, ale za to droższe. Najwyższe dawki nie zawsze dają gwarancję zniszczenia wszystkich zaawansowanych w rozwoju gatunków chwastów. Ponadto, niejednokrotnie zdarza się, że szybko rosnące pszenżyto osiąga tak zaawansowaną fazę rozwojową, że stanowi barierę ograniczającą stosowanie wielu środków chwastobójczych.

Istotnym powodem rezygnacji z odchwaszczania jesiennego jest przeświadczenie o uzyskaniu pełnego efektu chwastobójczego po wykonaniu tylko zabiegu wiosennego. Jest on możliwy tylko 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 jesiennych zabiegach, 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.

Jesienne zabiegi odchwaszczania można rozpocząć bezpośrednio po siewie lub wykonać je nalistnie w różnych fazach rozwojowych pszenżyta. Brak chwastów podczas wykonywania zabiegu doglebowego utrudnia wybór odpowiedniego środka. W takich przypadkach pomocna 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 czasie, gdy chwasty są bardzo młode, często w fazie siewki i tym samym są trudne do rozpoznania.

Wczesną wiosną, bez względu na prowadzoną (lub nieprowadzoną) ochronę, konieczna jest lustracja pól. Zalecana jest w celu rozpoznania składu gatunkowego oraz określenia faz rozwojowych chwastów. Analiza taka pomaga w wyborze herbicydu, wysokości dawki i terminie zabiegu. Należy wziąć pod uwagę, że chwasty, które wzeszły jesienią i przezimowały, wiosną są zdecydowanie bardziej odporne na herbicydy niż chwasty znajdujące się w takich samych fazach rozwojowych, których wschody nastąpiły wiosną (ze względu na lepsze warunki klimatyczne – szybszy wzrost). 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 rośliny suche. Dawki niektórych herbicydów podane są w zakresie „od… do…". Wyższe dawki herbicydów doglebowych należy stosować na glebach ciężkich, natomiast preparatów nalistnych, właśnie na gatunki zimujące oraz 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.

Wybór herbicydów oraz możliwość stosowania różnych mieszanin pozwala na ograniczanie każdego typu zachwaszczenia. Pozostaje tylko odpowiednio je dobrać. Szczegółowa analiza wszystkich herbicydów i ich mieszanin zarejestrowanych do odchwaszczania pszenżyta, uwzględniająca terminy stosowania (jesień i wiosna), pozwala na wybór odpowiedniej kombinacji.

4.3. Zapobieganie wyleganiu

Wyleganie pszenżyta to przeginanie się roślin u podstawy źdźbła lub załamywanie się w międzywęźlach położonych w wyższych odcinkach pędu. Powodem jest słaba wytrzymałość systemu korzeniowego i źdźbeł, które nie wytrzymują naporu wiejących wiatrów oraz silnych opadów. Burze, po których zboża często wylegają, to przykład

występowania obu czynników jednocześnie. Najbardziej narażone są zboża o wysokim wzroście. Wyleganiu sprzyjają niektóre cechy odmianowe, jak i intensywne dokarmiane nawozami azotowymi. Do innych czynników należy gęsty siew, niedobór potasu, zbyt silne uwilgotnienie gleby oraz choroby, głównie podstawy źdźbła. Wyleganie pszenżyta może nastąpić w różnym okresie wzrostu, ale w każdym terminie jest szkodliwe, im nastąpi wcześniej tym straty w plonach są większe. Pszenżyto wylęgnięte, to rośliny uszkodzone mechanicznie, w których następuje zakłócenie prawidłowego przebiegu fotosyntezy oraz pobierania wody i składników pokarmowych. Prowadzi to do zahamowania procesu wzrostu i rozwoju. Jeżeli dochodzi do uszkodzeń roślin zdrowych zwiększa się ryzyko wnikania patogenów i rozwoju chorób. Wyleganie powoduje utrudnienie i tym samym wzrost kosztów związanych ze zbiorem.

Jednym z elementów zapobiegających wyleganiu jest eliminowanie cech, które są przyczyną tego zjawiska, czyli po przeprowadzonych badaniach wprowadzenie do doboru odmian z krótkim i sztywnym źdźbłem, grubszymi ściankami źdźbła oraz o silnym systemie korzeniowym. Profilaktycznym działaniem jest optymalny dobór technologii siewu, który powinien być dokonany w przewidzianym terminie, na zalecaną głębokość z zachowaniem parametrów gęstości. Na ogół na wszystkich dużych plantacjach są stosowane ścieżki technologiczne. Chociaż są wykorzystywane do innych celów, to są przydatne, jako czynnik zapobiegający wyleganiu. Silne wiatry „trafiając" na ścieżkę wytracają impet i siłę. Wreszcie kolejnym czynnikiem jest ochrona chemiczna polegająca na stosowaniu fungicydów zapobiegających chorobom źdźbła.

Stosując wszystkie z możliwych działań zapobiegawczych, równocześnie dążymy do uzyskania wysokiego plonu. Podstawowym elementem plonotwórczym jest stosowanie wysokich dawek azotu, dlatego wyeliminowanie jednej z głównych przyczyn wylegania jest niemożliwe. Nie pozostaje nic innego jak stosowanie retardantów, czyli syntetycznych regulatorów wzrostu. Mechanizm działania tych środków polega na hamowaniu wzrostu komórek na długość przy jednoczesnym przyroście komórek na grubość. Wpływ na te dwa elementy pozwala zapobiec niekorzystnemu zjawisku wylegania.

Oficjalne zalecenia obejmują tylko skracanie źdźbła pszenżyta ozimego. Do tego celu służą zaledwie cztery substancje czynne. Popularny chlorek chloromekwatu (dawniej chlorek chlorocholiny) potocznie określany skrótem CCC. Związek ten jest pobierany głównie przez liście, podobnie jak druga z popularnych substancji – etefon. Kolejnym rozwiązaniem jest trineksapak etylu, którego działanie jest zbliżone do CCC. Jeszcze nowszym rozwiązaniem jest fabryczna mieszanina, w której znany chlorek chloromekwatu jest uzupełniony proheksadionem wapnia.

W zależności od intensywności wzrostu i sprzyjających lub niekorzystnych warunków klimatycznych poszczególne preparaty można stosować od momentu krzewienia pszenżyta do fazy rozwoju liścia flagowego (BBCH 21–39).

4.4. Ułatwienie zbioru

Na plantacjach pszenżyta ozimego i jarego, wolno i nierównomiernie dojrzewających, a zwłaszcza stanowiskach dodatkowo zagrożonych rozwojem perzu właściwego, przed zbiorem można zastosować niektóre herbicydy zawierające glifosat (nie wszystkie są do tego celu zarejestrowane). W wyniku zabiegu zostają zniszczone wszystkie chwasty, które podczas aplikacji wykazywały dobrą kondycję (były zielone, niezwiędnięte), a pszenżyto zostaje zdesykowane. W sumie prowadzi to do ułatwienia zbioru. Tego typu zabiegu nie należy planować, a wykonać go tylko wtedy, kiedy zachodzi taka potrzeba. 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 użytkowej, dawkę wyższą stosuje się przy wydajności 200–300 l/ha cieczy użytkowej. Szczegółowe dane wynikające z nieco odmiennych rejestracji należy zawsze skonfrontować z najnowszą etykietą stosowania, które co pewien czas mogą ulec przeredagowaniu.

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.

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 pszenżyta przed agrofagami wymaga przy stosowaniu środków ochrony roślin przez producentów rolnych przestrzegania zasad dobrej praktyki ochrony roślin. W programach integrowanej ochrony ważne miejsce zajmuje ochrona pszenżyta 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 pszenżytu (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

Pszenżyto jest gatunkiem dobrze wpisującym się w całość działań, jakie obowiązują w integrowanej metodzie ochrony. Jest syntetycznym mieszańcem międzyrodzajowym pszenicy z żytem (lub odwrotnie), łączącym w sobie cechy użytych do krzyżowania gatunków, w związku z tym może być porażone przez patogeny atakujące obydwa te gatunki.

Najczęściej jednak ilość występujących chorób w pszenżycie jest mniejsza. W tym gatunku, w warunkach naszego kraju, nie stwierdza się występowania groźnej choroby pszenicy, jaką jest śnieć cuchnąca. Obecność sprawcy septoriozy paskowanej liści (*Septoria tritici*) obserwuje się tylko w początkowych fazach wzrostu pszenżyta, a później nie stwierdza się już objawów tej choroby na uprawianych odmianach. Natomiast septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*) jest ważną gospodarczo chorobą. W uprawie tego gatunku chorobami o większym znaczeniu są: mączniak prawdziwy zbóż i traw, brunatna plamistość liści, septorioza plew, rdza brunatna, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni, łamliwość źdźbła zbóż, pleśń śniegowa, sporysz zbóż i traw oraz rynchosporioza zbóż (tab. 21). Odmiany pszenżyta wykazują wysoką odporność na porażenie przez wiele chorób występujących na liściach i podstawie źdźbła. Oprócz

chorób powodowanych przez grzyby niebezpieczne przede wszystkim dla ozimych form pszenżyta są choroby wirusowe, zwłaszcza gdy do zakażenia dochodzi jesienią. W Polsce na pszenżycie występować może m.in. wirus żółtej mozaiki jęczmienia.

W zależności od sprawcy choroby rozpatruje się różne sposoby likwidacji zagrożenia. Jeżeli sprawcą choroby są grzyby związane z ziarnem, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony pszenżyta 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 pszenżyta. Mogą to być grzyby przenoszone z materiałem siewnym i powodujące takie choroby, jak: śnieć cuchnąca, 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 pszenżyta. Do zaprawiania używa się relatywnie małą (w porównaniu do ilości substancji czynnych przy stosowaniu fungicydów do zabiegów opryskiwania w czasie wegetacji), wręcz ekologiczną, ilość środka chemicznego. Dzięki niewielkiej ilości sustancji czynnej, 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 pszenżycie ozimym i jarym są ważne (tab. 21), ale znaczenie ma też znajomość warunków atmosferycznych sprzyjających rozwojowi poszczególnych gatunków grzybów (Fiedorow i wsp. 2004; Agrios 2005).

Ogólna wiedza fitopatologiczna uwzględniająca wiadomości z zakresu etiologii (wiedza o przyczynie chorób) obejmującej grzyby chorobotwórcze występujące w uprawie, a także rozwoju infekcyjnego procesu chorobowego i objawów chorób jest potrzebna w integrowanej ochronie roślin pszenżyta, aby mieć możliwość zastosowania różnych metod ochrony tego gatunku przed patogenami (Kryczyński i Weber 2010). Znaczenie gospodarcze chorób w uprawie pszenżyta ozimego i jarego jest różne. Jest to związane z wpływem długości czasu, jaki jest potrzebny do infekcji przez grzyby, żeby mogły się one rozwijać w takiej ilości, która stanowi zagrożenie. W uprawie pszenżyta jarego czas wegetacji jest zdecydowanie krótszy. Z tego powodu w pszenżycie jarym znaczenie chorób jest mniejsze w porównaniu do pszenżyta ozimego (tab. 21).

Przystępując do zwalczania lub ograniczania grzybów chorobotwórczych uwzględnia się wiele czynników, które zapewnić mogą wysoką skuteczność

Tabela 21. Znaczenie gospodarcze chorób pszenżyta w Polsce

Choroby	Pszenżyto ozime	Pszenżyto jare
Askochytoza zbóż (*Didymella exitialis*)	+	+
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	++	+
Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Ascochyta* spp.)	+	+
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	++	+
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	+	+
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*Fusarium* spp.)	+++	–
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	++	–
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	++	++
Ostra plamistość oczkowa (*Rhizoctonia cerealis*)	++	–
Pleśń śniegowa zbóż (*Microdochium nivale*)	++	–
Pałecznica zbóż i traw (*Typhula* spp.)	+	–
Rdza brunatna (*Puccinia recondita*)	++	++
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	++	++
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	+	–
Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	++	+
Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	++	+
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	++	++
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	++	–
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	++	–
Żółta karłowatość jęczmienia (BYDV-PAV, CYDV-RPV)	+	–

+ choroba o znaczeniu lokalnym, ++ choroba ważna, +++ choroba bardzo ważna, – choroba nie ma znaczenia

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 2011).

Uprawa roślin zgodnie z zasadami integrowanej ochrony gwarantuje bezpieczeństwo żywności uzyskanej z plonów ziarna o wysokiej jakości, zdrowych dla konsumenta oraz efektywnych pod względem ekonomicznym, a wyprodukowanych przy zachowaniu bezpieczeństwa dla naturalnego środowiska glebowego i wodnego.

W integrowanej metodzie ochrony przydatna jest znajomość warunków, w których rozwijają się sprawcy chorób. 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 22. podano orientacyjne warunki, w których mogą rozwijać się główne grzyby powodujące choroby pszenżyta (Kryczyński i Weber 2011; Korbas i wsp. 2015a, 2016).

Sprawcy chorób najczęściej do swojego rozwoju wymagają wysokiej wilgotności powietrza (szczególnie łamliwość źdźbła zbóż, rdza brunatna, fuzarioza kłosów). Gdy jest ciepło i słonecznie intensywnie zarodnikuje natomiast sprawca mączniaka prawdziwego zbóż i traw. W okresach suchych, o wysokiej temperaturze pszenżyto mogą również porażać niektóre patotypy rdzy żółtej powodowanej przez *Puccinia striiformis*, jak: Wariorr i Cranich oraz *Triticale agressiva*. W integrowanej ochronie pszenżyta trzeba o tym wiedzieć i monitorować plantacje tego gatunku nawet wtedy, gdy wydaje się, że grzyby chorobotwórcze nie porażają roślin, bo panują dla ich rozwoju niekorzystne warunki – od każdej reguły są bowiem wyjątki.

Większość grzybów porażających pszenżyto 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 pszenżyta mogą rozwijać się w bardzo szerokim zakresie temperatur, ale jest to uzależnione od gatunku grzyba lub jego patotypu.

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 2007). Zmiany chorobowe i obecność struktur grzybów są głównymi cechami diagnostycznymi najważniejszych chorób pszenżyta na liściach, podstawie źdźbła i kłosach, ułatwiające określenie sprawcy – zamieszczone zostały w tabelach 23 i 24.

Tabela 22. Orientacyjne warunki sprzyjające rozwojowi wybranych patogenów pszenżyta

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Askochytoza zbóż (*Didymella exitialis*)	porażony, niezaprawiony materiał siewny, zarodniki konidialne przenoszone z deszczem i wiatrem	15–25	wysoka wilgotność
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	porażone ziarno, resztki pożniwne	18–28	zwilżenie liści, aby doszło do zakażenia
Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Epicoccum* 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
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	resztki pożniwne, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	0–20	wysoka wilgotność względna powietrza
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*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 (*Ceratobasidium cereale*)	sklerocja w glebie, resztki pożniwne	15–25	ciepło, sucho, brak wilgoci w glebie
Pałecznica zbóż i traw (*Typhula* spp.)	porażone rośliny, przetrwalniki w glebie	0–5	wysoka wilgotność względna powietrza, niska temperatura gleby
Pleśń śniegowa zbóż (*Microdochium nivale*)	gleba, resztki pożniwne	0–5	wilgotno, gleba niezamarznięta
Rdza brunatna (*Puccinia recondita*)	samosiewy, zarodniki w powietrzu	15–20	okresowy dobowy wzrost wilgotności powietrza

Tabela 22. Orientacyjne warunki sprzyjające rozwojowi wybranych patogenów pszenżyta – cd.

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i 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
Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	porażone ziarno, zarodniki konidialne	5–12	wysoka wilgotność
Septorioza plew (*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
Żółta karłowatość jęczmienia (BYDV-PAV, CYDV-RPV)	zakażone samosiewy, obecność mszyc	10–25	umiarkowana wilgotność względna

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

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób pszenżyta

Choroba (sprawca choroby)	Cechy diagnostyczne
Askochytoza zbóż (*Didymella exitialis*)	Na liściach widoczne są wydłużone, słomkowe plamy z wyraźną, ciemną obwódką. Starsze plamy z widocznymi czarnymi punktami (owocniki grzyba) zlewają się ze sobą powodując zasychanie liści. Na kłosach eliptyczne plamy o jasnym środku na plewach z wyraźną ciemną obwódką.
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.

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób pszenżyta – cd.

Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Ascochyta* spp.)	Na dojrzałych kłosach przed żniwami pojawia się charakterystyczny czarny nalot przypominający sadzę, który pokrywa kłos częściowo lub całkowicie. Grzyby wywołujące chorobę powodują zmianę barwy kłosów na szarobrunatną (poczernienie kłosów).
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	Zmiany chorobowe obserwuje się na kłosach i ziarnie. Żółte, częściowo lub całkowicie 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 (fot. 1). Ziarno porażone przez niektóre grzyby z rodzaju *Fusarium* jest zniekształcone, pomarszczone i często ma barwę różową, może też zawierać silnie trujące metabolity (mykotoksyny).
Fuzarioza liści (*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.
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. 2).
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 wywołanych przez *Oculimacula* spp. 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. 3).
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. Na kłosach widoczny jest biały, mączysty nalot na powierzchni plew lub tylko na ich brzegach, złożony z luźnego nalotu grzybni, trzonków i zarodników konidialnych. Na starszym, zbitym nalocie powstają ciemnobrunatne otocznie zamknięte, wyglądające jak czarne punkty (klejstotecja) (fot. 4).

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób pszenżyta – cd.

Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*)	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.
Pałecznica zbóż i traw (*Typhula* spp.)	Po ruszeniu wegetacji widoczny jest na roślinach nalot szarobiałej grzybni. Choroba występuje placowo. Rośliny są chlorotyczne i słabiej rozkrzewione, mają zniszczone węzły krzewienia. Pod pochwami liściowymi, u podstawy roślin, na liściach lub korzeniach widoczne są drobne, kuliste, brązowe lub czarne sklerocja.
Pleśń śniegowa zbóż (*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.
Rdza brunatna (*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. 5).
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	Rdza źdźbłowa poraża przede wszystkim źdźbła i pochwy liściowe. 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 żółta (*Puccinia striiformis*)	Objawy choroby na liściach są bardzo charakterystyczne. 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. Objawy choroby są najbardziej widoczne w maju i czerwcu. Na kłosach widoczne jest bielenie pojedynczych plew, żółte, pomarańczowe oraz brunatne brodawki na plewach i ościach. Skupienia pomarańczowych zarodników po wewnętrznej stronie plew z objawami bielenia (fot. 6).

Tabela 23. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób pszenżyta – cd.

Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	Objawy choroby na pszenżycie ozimym mogą wystąpić już jesienią. Na liściach występują owalne lub soczewkowate plamy, o barwie stalowozielonej, szarobiaławej lub słomianej z brunatną obwódką odgraniczającą część porażoną od zdrowej. Niekiedy wokół plam występuje chlorotyczna obwódka. Wcześnie i silnie porażone liście mogą zasychać (fot. 7).
Septorioza plew (*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. Silne porażenie liści można obserwować w czerwcu i 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. Na kłosach widoczne są fioletowobrązowe plamy na plewach zielonych kłosów, często plamy 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. 8).
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 (fot. 9).
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.
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	Porażone kiełki są poskręcane wężykowato i często zamierają przed wydostaniem się na powierzchnię gleby (zgorzel przedwschodowa). Chore siewki, które wyrosły nad powierzchnię ziemi są osłabione, z brunatnymi plamami, często pokryte przez białoróżowy nalot (zgorzel powschodowa).
Żółta karłowatość jęczmienia (BYDV-PAV, CYDV-RPV)	Liście pszenżyta mogą przebarwiać się na czerwono lub żółto. Porażone rośliny nadmiernie się krzewią, są zahamowane we wzroście i mają silnie zredukowane źdźbła kłosonośne. Kłosy są nie do końca wypełnione lub płone. Ziarno jest mniej dorodne i gorszej jakości.

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

Tabela 24. Występowanie objawów chorób na poszczególnych organach pszenżyta

Choroba	Korzeń	Źdźbło	Liść	Pochwa liściowa	Kłos	Ziarno
Askochytoza zbóż (*Didymella exitialis*)	–	–	+	–	+	–
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	–	–	+	+	+	+
Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Ascochyta* spp.)	–	–	–	–	+	+
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	–	–	–	–	+	+
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	–	–	+	–	–	–
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*Fusarium* spp.)	+	+	–	+	–	–
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	–	+	–	+	–	–
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	–	+	+	+	+	–
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*)	+	+	–	+	–	–
Pałecznica zbóż i traw (*Typhula* spp.)	+	–	–	+	–	–
Pleśń śniegowa zbóż (*Microdochium nivale*)	+	–	+	+	–	–
Rdza brunatna (*Puccinia recondita*)	–	+	+	+	+	–
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	–	–	+	+	+	+
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	–	+	–	+	–	–
Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	–	–	+	+	–	–
Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	+	+	+	+	+	+

Tabela 24. Występowanie objawów chorób na poszczególnych organach pszenżyta – cd.

Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	–	–	–	–	+	+
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	+	+	–	+	–	–
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	+	–	+	+	–	–
Żółta karłowatość jęczmienia (BYDV-PAV, CYDV-RPV)	–	+	+	+	–	–

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

Fot. 1. Fuzarioza kłosów (fot. M. Korbas)

Fot. 2. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (fot. M. Korbas)

Fot. 3. Łamliwość źdźbła zbóż (fot. M. Korbas)

Fot. 4. Mączniak prawdziwy zbóż i traw (fot. J. Danielewicz)

Fot. 5. Rdza brunatna (fot. M. Korbas)

Fot. 6. Rdza żółta (fot. J. Danielewicz)

Fot. 7. Rynchosporioza zbóż (fot. M. Korbas)

Fot. 8. Septorioza plew – objawy na liściach (fot. M. Korbas)

Fot. 9. Sporysz zbóż i traw (fot. M. Korbas)

5.2. Niechemiczne metody ochrony

Integrowana ochrona roślin uprawnych przed chorobami polega na połączeniu wszystkich metod chemicznych i niechemicznych w ograniczaniu porażenia przez grzyby patogeniczne. Metody niechemiczne opierają się na wykorzystaniu odpowiedniej agrotechniki, doborze odmian odpornych lub mniej wrażliwych na choroby, prawidłowej diagnostyce, czyli prawidłowym rozpoznawaniu chorób we właściwych stadiach rozwojowych i znajomości warunków sprzyjających występowaniu chorób. Podstawową zasadą integrowanej ochrony roślin jest przewidywanie i umiejętność oceny występowania zagrożeń oraz stworzenie roślinom dogodnych warunków do rozwoju, aby wykazały lepszy wzrost, a tym samym większą odporność na infekcje. Integrowana ochrona przed chorobami jest istotnym elementem integrowanej produkcji pszenżyta.

Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna polega na prawidłowym i terminowym wykonywaniu wszystkich czynności związanych z planowaniem i prowadzeniem uprawy pszenżyta (tab. 25). Istotnym elementem agrotechnicznej metody jest prawidłowa lokalizacja uprawy, niesąsiadująca z innymi gatunkami zbóż. Pszenżyto jest porażane przez patogeny obu rodzicielskich roślin – żyta i pszenicy, a bliskie sąsiedztwo

tych gatunków, także ich form jarych, sprzyja przenoszeniu się zarodników i ułatwia infekcję. Przykładem może być przenoszenie się zarodników rdzy (*Puccinia* spp.), mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis*), rynchosporiozy zbóż (*Rynchosporium secalis*) i sporyszu (*Claviceps purpurea*). Bardzo istotny jest dobór odmian, o chociaż średniej odporności na choroby. Racjonalny dobór przedplonów pozwala ograniczyć źródło infekcji patogenów saprotroficznych, które mogą przeżywać na resztkach słomy. Do takich należą grzyby rodzaju *Oculimacula* powodujące łamliwość źdźbła. Zalecane jest zachowanie odpowiednio długiej przerwy w uprawie tego samego gatunku rośliny na tym samym stanowisku, aby ilość nagromadzonego inokulum uległa ograniczeniu. Zachowanie 3-letniej przerwy może być skuteczne wobec takich patogenów, które giną po mineralizacji resztek pożniwnych, stanowiących dla nich źródło pokarmu, jak np. *Gaeumannomyces graminis* powodujący zgorzel podstawy źdźbła. Należy także pamiętać, że występowaniu tej choroby sprzyja odczyn gleby zbliżony do obojętnego. Inne choroby występujące na podstawie źdźbła, takie jak: fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni (*Fusarium* spp.), ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*), także są najlepiej ograniczane poprzez odpowiednio długie przerwy w uprawie roślin zbożowych. Odpowiednie, 3–4-letnie przerwy redukują obecność samosiewów, co ogranicza źródło materiału infekcyjnego na przykład takich chorób, jak: mączniak prawdziwy zbóż i traw (*B. graminis*), rynchosporioza zbóż (*R. secalis*), septorioza plew – liście i kłosy (*Stagonospora nodorum*) oraz rdze (*Puccinia* spp.). Bardzo ważnym elementem metody agrotechnicznej jest zastosowanie pełnej orki, która przykrywając warstwą gleby resztki pożniwne, ogranicza kontakt saprotrofów z wschodzącymi, następczymi roślinami. Ograniczenie pierwotnego źródła infekcji ma decydujące znaczenie dla zdrowia kolejno uprawianych zbóż, w tym pszenżyta.

Termin siewu pszenżyta to także ważny czynnik, którym można w dużym stopniu kontrolować porażenie roślin przez patogeny. Wczesny siew przedłuża okres jesiennej wegetacji i naraża rośliny na częstszy kontakt z grzybami patogenicznymi, jednak większe opóźnienie siewu wpływa na ich słabszą kondycję przy wejściu w zimowanie. Słabiej rozwinięte rośliny gorzej znoszą niskie temperatury i niesprzyjające warunki podczas zimy (Häni i wsp. 1998). Optymalny termin siewu jest najbezpieczniejszy dla pszenżyta, ze względu na rozwój i zdrowotność roślin. Wysoka norma wysiewu i związana z tym większa gęstość roślin ma szczególne znaczenie w warunkach częstych opadów atmosferycznych, gdyż zarodniki septoriozy paskowanej liści i septoriozy plew przenoszące się wraz z rozpryskującymi się kroplami deszczu, łatwo osiągają sąsiadujące liście i rośliny. W gęstym łanie utrzymuje się przy tym wysoka wilgotność, która sprzyja zainfekowaniu pszenżyta przez *R. secalis* i grzyby rodzaju *Fusarium*. Chorobami pszenżyta, które można zaobserwować zaraz po ruszeniu wegetacji jest np. pleśń śniegowa (*Microdochium nivale*), która przy zbyt gęstym siewie, łatwo infekuje sąsiednie rośliny.

Zdrowy materiał siewny, o wysokim stopniu kwalifikacji, ma istotne znaczenie w ograniczaniu porażenia pszenżyta przez grzyby patogeniczne. Przez ziarno przenoszone są między innymi grzyby rodzaju *Fusarium* powodujące fuzaryjną zgorzel siewek i pleśń śniegową, a także inne gatunki, jak *Stagonospora nodorum* uszkadzający siewki i liście oraz kłosy pszenżyta w późniejszych stadiach rozwoju.

Plonowanie pszenżyta jest uzależnione nie tylko od prawidłowo dobranego i uprawionego stanowiska, ale także od jego zasobności oraz dostatecznej ilości wody. Rośliny prawidłowo dokarmione, rozwijające się w warunkach odpowiedniej wilgotności, mogą wydać dobry plon pod względem jakościowym i ilościowym. Odpowiednie dostarczenie składników pokarmowych pośrednio przyczynia się do zwiększenia odporności roślin na porażenie przez grzyby. Jednak zbyt duże ilości niektórych nawozów, na przykład azotowych, zwiększają podatność roślin na choroby infekcyjne. Nawożenie potasem i fosforem zwiększa odporność roślin na choroby. Istotne jest także rozłożenie dawek nawozów w czasie. Nadmiar azotu, źle zbilansowanego w glebie, jest szybko wykorzystywany przez rośliny. Komórki roślin przy gwałtownym wzroście nadmiernie się rozrastają, a ich ściany komórkowe stają się cienkie i delikatne, przez to są łatwiej infekowane przez grzyby, szczególnie przez *B. graminis* powodującego mączniaka prawdziwego. Stosowanie nawozów organicznych poprawia strukturę gleby i wzbogaca ją w pożyteczne mikroorganizmy.

Termin zbioru ma duży wpływ na jakość plonu pszenżyta. Opóźniony zbiór może powodować dalszy rozwój i zasiedlenie ziarna oraz plew przez grzyby rodzaju *Fusarium* lub różne gatunki grzybów powodujących czerń zbóż. Zagrożeniem jest też porastanie ziarna, które całkowicie wyklucza zastosowanie takich nasion, jako materiału siewnego. Optymalny termin zbioru ma znaczenie także w ograniczeniu osypywania się ziarna, które prowadzi do występowania samosiewów. Porażone samosiewy stanowią źródło infekcji dla nowych upraw pszenżyta.

Usuwanie chwastów, które mają udział w przenoszeniu chorób, jest także elementem ograniczania źródła infekcji, szczególnie przez grzyby rodzaju *Fusarium* i *Oculimacula*.

W ramach stosowania integrowanej ochrony pszenżyta przed sprawcami chorób należy wprowadzać zasady higieny fitosanitarnej zgodnie z Dobrą Praktyką Ochrony Roślin polegające na czyszczeniu sprzętu rolniczego, maszyn wykorzystywanych przy zbiorze plonu, unikaniu łączenia ziarna pochodzącego z plantacji zdrowych i zainfekowanych (Pruszyński i Wolny 2009). Wraz z ziemią na kołach maszyn rolniczych mogą być przenoszone wirusy odglebowe porażające pszenżyto, a w zbiornikach kombajnu zarodniki grzybów patogenicznych, które mogą bezpośrednio dostawać się na zdrowe ziarniaki i powodować ich zainfekowanie.

Integrowana ochrona pszenżyta przed chorobami powinna opierać się na ograniczeniu powyższych zagrożeń. Daje to podstawy do ochrony pszenżyta przy mniejszym zastosowaniu fungicydów.

Metoda hodowlana

Integrowana ochrona pszenżyta przed sprawcami chorób jest w dużym stopniu zależna od odporności lub tolerancji zastosowanej odmiany. Dzięki cechom bardzo dużej odporności niektórych odmian pszenżyta na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną można całkowicie zrezygnować ze stosowania chemicznej ochrony w okresie wegetacji. W Liście Opisowej Odmian COBORU podana jest charakterystyka odmianowa dla każdego gatunku zboża, co pozwala na odpowiedni dobór zgodnie z uwarunkowaniami plantacji. Stopień 9 w skali odporności oznacza, że odmiana ta jest całkowicie odporna. Skala odporności odmian jest określana dla większości sprawców chorób, liści i kłosa.

5.3. Chemiczne metody ochrony

Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem progów szkodliwości oraz na podstawie rozpoznania objawów oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej. Prawidłowa diagnostyka chorób roślin uprawnych ma kluczowe znaczenie przy podejmowaniu decyzji o zastosowaniu fungicydów.

Przystępując do chemicznego zwalczania sprawców chorób w uprawie pszenżyta zaleca się zapoznanie się z istniejącymi progami szkodliwości (Korbas 2007). W integrowanej ochronie pszenżyta użycie środka chemicznego może mieć miejsce po stwierdzeniu takiego nasilenia występowania choroby, które wskazuje na zbliżanie się lub niewielkie przekroczenie orientacyjnego progu ekonomicznej skuteczności. W tabeli 26. podano wartości progów szkodliwości dla chorób występujących w pszenżycie, które mogą być uzasadnieniem do stosowania fungicydu w czasie wegetacji pszenżyta. W zależności od intensywności uprawy i spodziewanego plonu oraz fazy wzrostu, w której wykonuje się opryskiwanie można wykonać zabieg przy niższym lub wyższym zalecanym progu dla danej choroby. Gdy intensywność uprawy i spodziewany plon ma być niższy można polecać wykonanie zabiegu przy np. większym procencie porażonych roślin (źdźbeł) lub wyższym porażeniu blaszki liściowej. Przy spodziewanym wysokim plonie zabieg wykonuje się przy niższym procencie porażonych źdźbeł i niższej porażonej powierzchni liści.

Fungicydy są grupą środków ochrony roślin o działaniu grzybobójczym, które wykazują różne mechanizmy działania zaburzające procesy fizjologiczne zachodzące w komórkach grzybów, jak na przykład: zaburzenia w procesie oddychania, zmiany w przepuszczalności błon plazmatycznych, zaburzenia w biosyntezie białek, kwasów nukleinowych, ergosterolu, tłuszczów i innych substancji biorących udział w funkcjonowaniu komórek grzybów.

Wybór fungicydu powinien wynikać z dostosowania jego sposobu działania do biologii patogena. Fungicydy mogą wykazywać działanie zapobiegawcze, interwencyjne i wyniszczające. Działanie zapobiegawcze polega na pokryciu

powierzchni rośliny fungicydem, który nie dopuszcza do wniknięcia patogena. Zabiegi fungicydami o działaniu zapobiegawczym należy powtarzać tak często, aby powierzchnia roślin była stale pokryta warstwą fungicydu. Jest to szczególnie ważne w warunkach sprzyjających zmywaniu środka z powierzchni roślin. Dobre pokrycie liści przez fungicyd zabezpiecza pszenżyto przed szybko kiełkującymi zarodnikami np. rdzy brunatnej i mączniaka prawdziwego.

Fungicydy działające interwencyjnie mają zdolność zahamowania rozwoju patogena lub zniszczenia go w początkowej fazie rozwoju procesu chorobowego. Związane jest to z tym, że fungicydy o działaniu interwencyjnym mają zdolność wnikania do tkanek i soków roślinnych (działanie systemiczne) i hamowania rozwoju już kiełkujących zarodników patogenów. Fungicydy tego typu można stosować już po wystąpieniu infekcji. Stosowanie fungicydów o działaniu interwencyjnym pozwala zmniejszyć liczbę zabiegów w sezonie wegetacyjnym w porównaniu do stosowania fungicydów wyłącznie o działaniu zapobiegawczym. Należy jednak pamiętać, że fungicydy o działaniu interwencyjnym muszą być zastosowane w ściśle określonym przedziale czasu od stwierdzenia wystąpienia pierwszych objawów chorobowych (Kryczyński i Weber 2010). Wymaga to częstych obserwacji na plantacji i umiejętności rozpoznawania chorób oraz oceny stopnia zagrożenia na podstawie progów szkodliwości.

W procesie chorobowym po zakończeniu infekcji następuje inkubacja, czyli dalszy rozwój patogena w roślinie bez widocznych objawów chorobowych. Stosowanie fungicydów w tym okresie jest nieskuteczne. Dopiero, gdy grzyb wytwarza zarodniki na powierzchni porażonej rośliny, zastosowanie fungicydu może je zniszczyć, jest to działanie wyniszczające, ograniczające źródło wtórnych infekcji (Kryczyński i Weber 2010). Wyniszczające działanie fungicydów ma duże znaczenie w ograniczaniu źródeł infekcji w bieżącym sezonie wegetacyjnym i dla następnych upraw zbożowych.

Fungicydy oparte na substancjach czynnych należących do grupy triazoli i benzimidazoli charakteryzują się działaniem interwencyjnym oraz wyniszczającym i mogą być stosowane w ochronie pszenżyta. Triazole są szczególnie przydatne do zwalczania rdzy brunatnej, a fungicydy oparte na metkonazolu do zwalczania fuzariozy kłosów pszenżyta.

Znajomość cyklu rozwojowego patogena oraz symptomów chorobowych pozwala określić początek infekcji, jej nasilenie, a na tej podstawie konieczność i termin zwalczania. Pszenżyto jest jednym z najzdrowszych gatunków zbóż, jednak jest łatwo infekowane przez sprawców rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*). Często po wykłoszeniu infekcja rozwija się w sposób bardzo gwałtowny. Pszenżyto wyróżniające się dużą odpornością na choroby, w ostatnich latach jest także częściej atakowane przez sprawcę mączniaka prawdziwego (*B. graminis*). W szczególnie sprzyjających warunkach kłosy pszenżyta mogą być porażone przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Chorobę tę możemy zwalczać w czasie, gdy pszenżyto jest wykłoszone, ale nie powinno się tego wykonywać w czasie kwitnienia tego gatunku.

Prowadząc monitoring występowania chorób i ścisłego określenia początku infekcji na podstawie pierwszych symptomów chorobowych można ograniczyć stosowanie fungicydów do jednego zabiegu opryskiwania pszenżyta i uzyskać dobry oraz wysoki plon ziarna.

Wpływ temperatury na skuteczność zabiegów przy użyciu fungicydów

Skuteczność zwalczania grzybów chorobotwórczych przy użyciu fungicydów uzależniona jest od składu chemicznego i od temperatury, w której stosuje się środek grzybobójczy. Jeżeli fungicyd składa się tylko z substancji czynnych należących do triazoli, najlepsza dla jego pełnej skuteczności jest temperatura stosowania 10–12°C. Jeżeli środek zawiera substancje czynne z grupy chemicznej morfolin, ditiokarbaminianów, strobiluryn może być stosowany w temperaturze niższej niż 10°C, np. 6–7°C. Trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że im niższa temperatura, w przypadków środków układowych np. triazole, tym wolniejsza jest szybkość reakcji chemicznej i wolniejszy przebieg procesów fizjologicznych w komórce rośliny. Dlatego, gdy stosuje się fungicydy, temperatura może odgrywać ważną rolę, decydującą o skuteczności zastosowania środka, szczególnie gdy należy on do grupy chemicznej triazoli. Zasada ta odnosi się też, w pewnym zakresie, do innych grup chemicznych.

Zbyt wysoka temperatura również niekorzystnie wpływa na skuteczność zastosowanych fungicydów. Górna granica stosowania środka podawana przez literaturę wynosi 25°C. Stosowanie środków powyżej tej temperatury może prowadzić np. do poparzenia roślin, czyli fungicyd może okazać się fitotoksyczny dla roślin. Temperatura około 15–20°C wydaje się być optymalna do stosowania środków grzybobójczych.

Tabela 25. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób pszenżyta

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Askochytoza zbóż (*Didymella exitialis*)	odpowiedni płodozmian, głęboka orka mająca na celu szybką mineralizację resztek pożniwnych	–	–
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis*)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, zrównoważone nawożenie	–	zabiegi fungicydowe
Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Ascochyta* spp.)	odpowiedni płodozmian, izolacja przestrzenna odmian ozimych od jarych	–	zabiegi fungicydowe

Tabela 25. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób pszenżyta – cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	**hodowlana**	**chemiczna**
Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)	odpowiedni płodozmian, staranne przyoranie resztek pożniwnych, niszczenie samosiewów, optymalizacja nawożenia azotowego	uprawa odmian o większej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Fuzarioza liści (*Fusarium* spp.)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, zrównoważone nawożenie	–	zaprawianie ziarna
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż (*Fusarium* spp.)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów	–	zabiegi fungicydowe
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, optymalizacja nawożenia azotowego	–	zabiegi fungicydowe
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, siew w optymalnym terminie agrotechnicznym, odpowiednia gęstość siewu, zrównoważone nawożenie (należy zapobiegać nadmiarowi składników pokarmowych, a dotyczy to zwłaszcza azotu), izolacja przestrzenna odmian ozimych od jarych	uprawa odmian o większej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*)	odpowiedni płodozmian	–	–
Pałecznica zbóż i traw (*Typhula* spp.)	odpowiedni płodozmian, przerwa w uprawie	–	–
Pleśń śniegowa zbóż (*Microdochium nivale*)	odpowiedni płodozmian, siew w optymalnym terminie agrotechnicznym	siew odmian o większej odporności	zaprawianie materiału siewnego odpowiednimi zaprawami

Tabela 25. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób pszenżyta – cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	**hodowlana**	**chemiczna**
Rdza brunatna (*Puccinia recondita*)	staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, siew w optymalnym terminie agrotechnicznym, odpowiednia gęstość siewu, zrównoważone nawożenie, należy zapobiegać nadmiarowi składników pokarmowych (dotyczy to zwłaszcza azotu), izolacja przestrzenna odmian ozimych od jarych	uprawa odmian o większej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Rdza źdźbłowa zbóż i traw (*Puccinia graminis*)	dokładne przyorywanie resztek pożniwnych, niszczenie żywicieli pośrednich (berberysu i mahonii)	uprawa odmian o większej odporności oraz odmian wcześnie dojrzewających	–
Rdza żółta (*Puccinia striiformis*)	staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, odpowiednia gęstość siewu, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna odmian ozimych od jarych	–	zabiegi fungicydowe
Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, zrównoważone nawożenie	–	zabiegi fungicydowe
Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, siew w optymalnym terminie agrotechnicznym, izolacja przestrzenna odmian ozimych od jarych, stosowanie zdrowego materiału siewnego, siew odmian wcześnie dojrzewających, odpowiednia gęstość siewu, zrównoważone nawożenie (należy zapobiegać nadmiarowi składników pokarmowych, a dotyczy to zwłaszcza azotu)	uprawa odmian o większej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe

Tabela 25. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób pszenżyta – cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Sporysz zbóż i traw (*Claviceps purpurea*)	dokładne oczyszczanie ziarna, najlepiej na stołach grawitacyjnych, uprawa odmian o większej odporności (odmiany o krótkim okresie otwarcia kłosków w czasie kwitnienia), wykaszanie traw przed tworzeniem się sklerot, przyorywanie resztek pożniwnych w celu przykrycia sklerot	–	–
Zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*)	odpowiedni płodozmian (zaleca się 3–4-letnią przerwę w uprawie zbóż na tym samym polu), wczesne i staranne wykonanie podorywki	–	zaprawianie ziarna
Zgorzel siewek (kompleks patogenów)	odpowiedni płodozmian, staranne przyorywanie ścierniska, niszczenie samosiewów, siew w optymalnym terminie agrotechnicznym, odpowiednia gęstość siewu, zrównoważone nawożenie	–	zaprawianie ziarna
Żółta karłowatość jęczmienia (BYDV--PAV, CYDV-RPV)	racjonalne nawożenie, niszczenie samosiewów, wysiew zbóż w optymalnym terminie	–	zabiegi insektycydowe

Tabela 26. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości chorób pszenżyta

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Brunatna plamistość liści (*Pyrenophora tritici--repentis*)	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
Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula* spp.)	od początku fazy strzelania w źdźbło do fazy pierwszego kolanka	20–30% źdźbeł z objawami porażenia

Tabela 26. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości chorób pszenżyta – cd.

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
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 (*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
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
Rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*)	w fazie krzewienia	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
	w fazie strzelania w źdźbło	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
Septorioza plew (*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

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Pszenżyto może być uszkadzane 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 pszenżyta 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. 27, rys. 12).

Ze zbożami, w tym także pszenżytem, 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. 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 pszenżyta wymienia się: mszycę czeremchowo-zbożową (*Rhopalosiphum padi* L.) (fot. 10), mszycę zbożową (*Sitobion avenae* F.) (fot. 11) oraz mszycę różano-trawową (*Metopolophium dirhodum* Walk.) (fot. 12). Pierwsze osobniki mszyc pojawiają się na uprawach pszenżyta (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

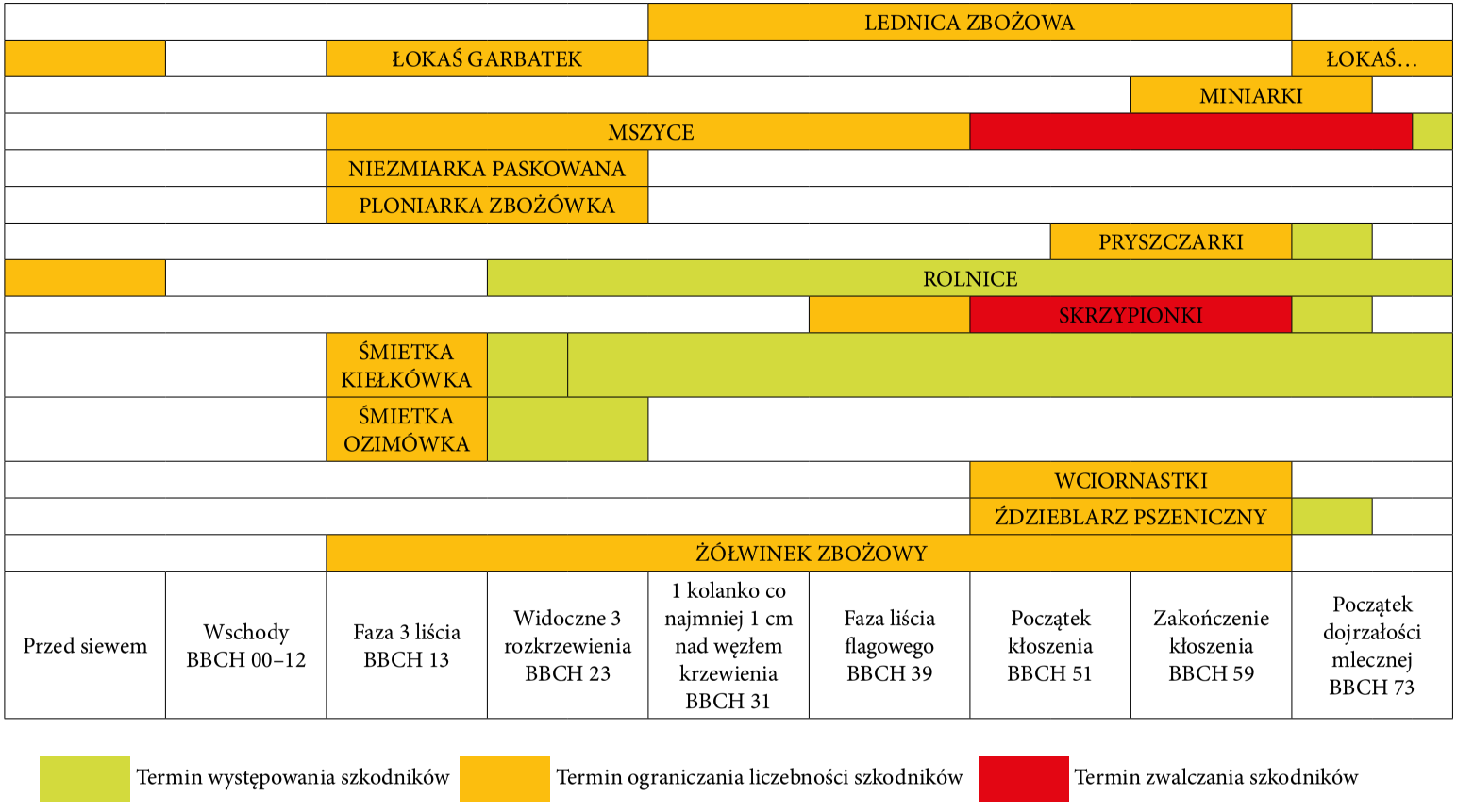
Tabela 27. Znaczenie gospodarcze szkodników pszenżyta w Polsce

Szkodnik	Znaczenie
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.)	+
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	+(+)
Źdźieblarz pszeniczny (*Cephus pygmaeus* L.)	+

+ szkodnik mniej ważny, ++ szkodnik ważny, +++ szkodnik bardzo ważny, ( ) lokalnie

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 (mszyca czeremchowo-zbożowa), jednoliścienne (mszyca zbożowa) i dzikie gatunki róż (mszyca 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).

Rys. 12. Występowanie i zwalczanie najważniejszych szkodników w czasie wegetacji pszenżyta



Podobnym jak mszyce zakresem szkodliwości cechują się **skoczki**, których na plantacjach pszenżyta może pojawiać się wiele gatunków, jednak najbardziej pospolicie występuje skoczek sześciorek (*Macrosteles laevis* Rib.) (fot. 13).

Wśród chrząszczy mogących uszkadzać nadziemne części pszenżyta 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. 14) odżywiają się miękiszem liści, zdrapując go wzdłuż głównych nerwów (szkieletowanie). 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. 15) i skrzypionka błękitek (*Oulema cyanella* Voet.) (fot. 16).

Plantacjom pszenżyta, 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** (fot. 17) (*Sitodiplosis mosellana* Géhin) i **paciornica pszeniczanka** (*Contarinia tritici* Kirby). 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.

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 pszenżyta 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. 18). 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. 19) to żółknięcie liścia sercowego, który łatwo daje się wyciągnąć (jesień), nadmierne krzewienie bez wykłaszania i bielenie kłosów. Larwy **pilarzowatych** (Tenthredinidae) (fot. 20) żerują na najmłodszych liściach (głównie flagowym) powodując zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej i spowolnienie wzrostu roślin. Natomiast larwy **źdźieblarza pszenicznego** (*Cephus pygmaeus* L.) (fot. 21) 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 pszenżyta zalicza się **żółwinka zbożowego** (*Eurygaster maura* L.) (fot. 22) i **lednicę zbożową** (*Aelia acuminata* L.) (fot. 23). 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. 24). Przy dużym nasileniu gatunki żerujące na miękkich ziarniakach mogą powodować straty na skutek niedorozwinięcia ziarna. Zagrożeniem w okresie wschodów mogą być też larwy **śmietek: kiełkówki** (*Hylemyia florilega* Zett.) i **ozimówki** (*Phorbia coarctata* Fall.) (fot. 25), 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) (fot. 26). Szarobrunatne gąsienice tych sówek (fot. 27) żerują głównie w nocy odcinając siewki tuż przy powierzchni gleby, a w ciągu dnia ukrywają się w glebie lub resztkach roślinnych. 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. 28) i **drutowce** (larwy sprężykowatych – Elateridae) (fot. 29, 30), szczególnie w okresie kiełkowania i rozwoju pierwszych liści. Także larwy **leniowatych** (Bibionidae) (fot. 31) i **komarnicowatych** (Tipulidae) (fot. 32) 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) (fot. 33). Żerujące po zmroku larwy tego chrząszcza (fot. 34) opanowują młode źdźbła zjadając tkankę miękiszową. Często przegryzają podstawę liści lub wciągają je do wydrążonych wcześniej norek. 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. Lokalnie, ale z każdym rokiem coraz większe szkody mogą powodować chrząszcze **nałanka kłośca** (*Anisoplia segetum* Hbst.) lub innych wielożernych chrząszczy, jak np. guniak czerwczyk (fot. 35), zwłaszcza w okresie kwitnienia i mlecznej dojrzałości ziaren, co prowadzi do tzw. szczerbowatości kłosów oraz wtórnych porażeń kłosów przez sprawców chorób (fot. 36). Korzenie pszenżyta 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* Kühn.). Szkody na plantacjach wszystkich zbóż mogą powodować **gryzonie** (myszy, nornice), szczególnie w fazach dojrzewania ziaren. Lokalnie szkody powodują także żerujące na liściach lub kłosach zbóż gąsienice **zwójek** (fot. 37).

Fot. 10. Mszyca czeremchowo-zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 11. Mszyca zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 12. Mszyca różano-trawowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 13. Skoczek sześciorek (fot. T. Klejdysz)

Fot. 14. Larwa skrzypionki (fot. P. Strażyński)

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

Fot. 16. Skrzypionka błękitek (fot. P. Strażyński)

Fot. 17. Pryszczarek pszeniczny (fot. P. Strażyński)

Fot. 18. Niezmiarka paskowana (fot. P. Strażyński)

Fot. 19. Ploniarka zbożówka (fot. T. Klejdysz)

Fot. 20. Larwa pilarzowatych (fot. P. Strażyński)

Fot. 21. Źdźeblarz pszeniczny (fot. P. Strażyński)

Fot. 22. Żółwinek zbożowy (fot. P. Strażyński)

Fot. 23. Lednica zbożowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 24. Wciornastek (fot. T. Klejdysz)

Fot. 25. Śmietka (fot. P. Strażyński)

Fot. 26. Motyl rolnicy (fot. P. Strażyński)

Fot. 27. Gąsienica rolnicy (fot. P. Strażyński)

Fot. 28. Pędraki (fot. P. Strażyński)

Fot. 29. Sprężyk – owad dorosły (fot. P. Strażyński)

Fot. 30. Drutowce – larwy sprężykowatych (fot. P. Strażyński)

Fot. 31. Lenie ogrodowe (fot. P. Strażyński)

Fot. 32. Komarnica (fot. P. Strażyński)

Fot. 33. Łokaś garbatek (fot. P. Strażyński)

Fot. 34. Larwa łokasia garbatka (fot. P. Strażyński)

Fot. 35. Guniak czerwczyk (fot. P. Strażyński)

Fot. 36. Objaw żerowania nałanka kłośca (fot. P. Strażyński)

Fot. 37. Gąsienica zwójki (fot. P. Strażyński)

6.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona integrowana ochrona pszenżyta, jak i każdej innej plantacji, powinna zakładać wykorzystanie w szerokim spektrum metod niechemicznych, w tym przede wszystkim metod agrotechnicznych (tab. 28). Ma to szczególne znaczenie w ograniczaniu szkodników glebowych (Häni i wsp. 1998; Pruszyński i Wolny 2009; Pruszyński i wsp. 2012; Mrówczyński 2013).

Tabela 28. Agrotechniczne metody ograniczania szkodników pszenżyta

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

Metody hodowlane ukierunkowane są na ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki w danym siedlisku poprzez 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 (Pruszyński 2016; Hołubowicz-Kliza i wsp. 2018).

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. 29). 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 w krajowych warunkach, 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. 38), tablice lepowe, czerpakowanie czy przesiewanie gleby (Tratwal i wsp. 2017).

Fot. 38. Żółte naczynia pomagają monitorować m.in. naloty mszyc (fot. P. Strażyński)

Tabela 29. Progi ekonomicznej szkodliwości oraz terminy obserwacji najważniejszych szkodników pszenżyta

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
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
Ździeblarz 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	2 larwy na 1 m^2

6.4. Chemiczne metody ochrony

Aktualnie dla pszenżyta są zarejestrowane insektycydy do zwalczania mszyc od początku kłoszenia do fazy dojrzałości mlecznej (BBCH 50–75) oraz skrzypionek od początku kłoszenia do końca kwitnienia (BBCH 50–69) (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

Definicja zjawiska
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 różnym 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 30. 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, wyczyniec polny, owies głuchy, a z dwuliściennych – chaber bławatek**. **Wykaz substancji czynnych przeznaczonych do zwalczania miotły i chabra uwzględniających zagrożenie odpornością przedstawiają tabele 31 i 32.** 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 tą 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 różne 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 uodparniania 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 odchwaszczają-

cych z użyciem herbicydów opartych na różnych substancjach czynnych, najlepiej z różnych grup chemicznych i 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. sulfonylomoczniki – 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 wczesno-nalistnych (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 uodparniania 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.

Tabela 30. 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	1983	inhibitory fotosystemu II (C1)
Tasznik pospolity	1984	inhibitory fotosystemu II (C1)
Szarłat szorstki	1991	inhibitory fotosystemu II (C1)
Komosa biała	1991	inhibitory fotosystemu II (C1)
Palusznik krwawy	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Chwastnica jednostronna	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Wierzbownica gruczołowata	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Psianka czarna	1995	inhibitory fotosystemu II (C1)
Przymiotno kanadyjskie	2000	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa	2005	inhibitory enzymu ALS (B)
Wyczyniec polny	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Chaber bławatek	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Przymiotno kanadyjskie	2010	inhibitory enzymu ALS (B)
Miotła zbożowa	2011	odporność wielokrotna na inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Wyczyniec polny	2011	inhibitory ACCazy (A)
Owies głuchy	2011	inhibitory ACCazy (A)
Owies głuchy	2011	inhibitory ALS (B)
Owies głuchy	2011	odporność wielokrotna na 2 mechanizmy działania: inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Miotła zbożowa	2012	inhibitory fotosystemu II (C2) (pochodne mocznika)
Chaber bławatek	2012	syntetyczne auksyny (O)
Wyczyniec polny	2012	odporność wielokrotna na 2 mechanizmy działania: inhibitory enzymu ALS (B) i ACCazy (A)
Maruna nadmorska bezwonna	2014	inhibitory ALS (B)
Mak polny	2014	inhibitory ALS (B)
Rumianek pospolity	2014	inhibitory ALS (B)

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

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 33. 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 według mechanizmu działania. **Informacje dotyczące przynależności poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych i mechanizmów działania podano w tabeli 34.**

Tabela 31. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania chabra bławatka według mechanizmu działania i ryzyko uodparniania się chabra bławatka na substancje czynne w Polsce

Mechanizmy działania	Grupa według HRAC*	Substancje czynne herbicydów	Zagrożenie uodparnianiem się na wybraną substancję 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 32. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania miotły zbożowej według mechanizmu działania i ryzyko uodparniania się miotły zbożowej na substancje czynne w Polsce

Mechanizmy działania	Grupa według HRAC*	Substancje czynne herbicydów	Zagrożenie uodparnianiem się na wybraną substancję czynną
Inhibitory karboksylazy acetylokoenzymu A (ACCazy) (graminicydy)	A	fenoksaprop pinoksaden	średnie średnie

Tabela 32. Klasyfikacja herbicydów do zwalczania miotły zbożowej według mechanizmu działania i ryzyko uodparniania się miotły zbożowej na substancje czynne w Polsce – cd.

Mechanizmy działania	Grupa według HRAC*	Substancje czynne herbicydów	Zagrożenie uodparnianiem się na wybraną substancję czynną
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
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 33. 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

Tabela 34. Przynależność poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych

Mechanizm działania	Grupa według 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 flupyrsulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron metyl foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron
		imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam piroksysulam
		sulfonyloaminokarbonylotriazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon

Tabela 34. Przynależność poszczególnych substancji czynnych do grup chemicznych – cd.

Mechanizm działania	Grupa według HRAC*	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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	chloroacetoanilidy chloroacetoamidy oksyacetoamidy	acetochlor dimetachlor matazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N	karbaminiany benzofurany	prosulfokarb etofumesat
Syntetyczne auksyny	O	fenoksykwasy pochodne kwasu benzoesowego pochodne pirydyn, kwasu pirydynokarboksylowego, dwuazyn i kwasów chinolinokarboksylowych	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram richlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z	naftochinony i inne	chinochlamina siarczan żelaza

*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 jest procesem selekcjonowania genotypów posiadających mechanizmy pozwalające na przeżycie chemicznych zabiegów ochrony roślin. Odporność jest więc zjawiskiem naturalnym, jednym z wielu jakie pojawiają się w toku ewolucji każdego gatunku, pozwalając jego osobnikom na przystosowanie się do zmieniających się warunków środowiskowych. Dotyczy nie tylko substancji syntetycznych wprowadzonych przez człowieka, lecz również naturalnych substancji obronnych wytwarzanych przez rośliny. Wprowadzenie chemicznych środków ochrony roślin spowodowało jedynie przyspieszenie tego procesu i jego eskalację. W dniu dzisiejszym zjawisko odporności dotyczy wszystkich żywych organizmów: od bakterii opornych na antybiotyki, poprzez nicienie, owady, roztocza, grzyby, chwasty i zwierzęta wyższe. Tempo narastania odporności wśród różnych gatunków agrofagów jest trudne do przewidzenia, ponieważ uzależnione jest wieloma czynnikami, głównie związanymi z genetyką zwalczanego gatunku, jego biologią oraz z warunkami aplikacji środka ochrony roślin. Patrząc na liczbę gatunków, wśród których stwierdzono i udokumentowano naukowo to zjawisko, pierwszeństwo należy przyznać owadom i roztoczom. Drugie miejsce zajmują patogeniczne grzyby, wśród których zjawisko odporności na fungicydy coraz bardziej przybiera na znaczeniu, a w dalszej kolejności chwasty, u których ma ono głównie charakter lokalny.

Następstwem narastania zjawiska odporności agrofagów są nie tylko straty ekonomiczne związane z koniecznością powtarzania zabiegów i słabszą ochroną upraw, ale również środowiskowe. W efekcie tego zjawiska do środowiska dostaje się znacznie większa ilość różnych środków ochrony roślin. Firmy chemiczne poszukują nowych substancji, a producenci rolni, w sytuacji braku możliwości zwalczenia agrofaga dotychczas stosowanymi środkami, zmuszeni są sięgać po nowe rozwiązania.

Analiza ryzyka pojawienia się i narastania zjawiska odporności bierze pod uwagę kilka grup czynników. Szczególny nacisk należy położyć na farmakologię substancji czynnych insektycydów, fungicydów, herbicydów i innych środków, ponieważ można ją modyfikować. Duże znaczenie ma tutaj długotrwałość działania środka, jego forma użytkowa, struktura chemiczna, grupa chemiczna i mechanizm działania. Istotną rolę odgrywają również czynniki bezpośrednio związane ze zwalczanym organizmem, takie jak ilość pokoleń w sezonie, zdolność do migracji, częstotliwość występowania genów odporności, przystosowanie genotypów odpornych do innych warunków środowiskowych, płodność. Trzecia grupa czynników, to czynniki związane z warunkami stosowania środków ochrony roślin – monokultury, uproszczenia agrotechniczne, odmiany roślin uprawnych. Należy zwrócić szczególną uwagę na fakt, że wszelkie działania niechemiczne, które przyczynią się do ograniczenia liczebności i gęstości populacji agrofaga, przyczynią się jednocześnie do zmniejszenia ilości stosowanych zabiegów chemicznych, czyli do

ograniczenia presji selekcyjnej środków ochrony roślin, która jest głównym czynnikiem wpływającym na narastanie zjawiska odporności.

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 środków ochrony roślin, 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). W dniu dzisiejszym nie jest to polecana metoda. Kolejną, również kontrowersyjną metodą, jest działanie radykalne, którego celem jest całkowite wyeliminowanie ze zwalczanej populacji osobników odpornych. W tym przypadku stosuje się najwyższe dopuszczalne dawki 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).

W dniu dzisiejszym strategie antyodpornościowe opierają się przede wszystkim na metodach presji wielokierunkowej, które wykorzystują różne mechanizmy działania środków ochrony roślin. **Najbardziej popularną metodą zapobiegania odporności jest rotacja środków ochrony roślin o różnych mechanizmach działania i różnych sposobach wywoływania odporności** (Korbas i wsp. 2017). 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. 2015; Węgorek i wsp. 2015). Poniżej podano najważniejsze elementy ogólne tych strategii, uwzględniające zasady integrowanej ochrony roślin (Węgorek i wsp. 2015):

1. Stałe monitorowanie poziomu zjawiska odporności agrofagów.
2. Rotacja środków ochrony roślin o różnych mechanizmach działania.
3. Stosowanie określonej substancji czynnej na danym stanowisku tylko jeden raz w sezonie wegetacyjnym. W miarę możliwości należy stosować rotację nie tylko substancji czynnych, ale przede wszystkim grup chemicznych o różnych mechanizmach działania.
4. Z danej grupy chemicznej każdorazowy wybór najbardziej skutecznej substancji czynnej.
5. 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.

Dostosowanie terminu zabiegu 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,
- odpowiedniej 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.

Środki ochrony roślin należy stosować w dawkach zalecanych, zgodnie z etykietą. Zbyt niskie dawki (subletalne) selekcjonują szybko populacje o średnim stopniu odporności, natomiast zbyt wysokie powodują wykształcenie odporności o stopniu bardzo silnym. Zabiegi należy przeprowadzić odpowiednią, sprawną aparaturą. Należy pamiętać o optymalnym pH cieczy użytkowej i prawidłowym ciśnieniu cieczy. Stosować wszystkie, możliwe do zastosowania, niechemiczne metody zwalczania agrofaga (metody biologiczne, agrotechniczne).

W przypadku nieskuteczności zabiegu chemicznego należy zwrócić się do doradcy rolniczego i określić 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 Instytutu Ochrony Roślin – PIB, 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 preparacie staje się mniej skuteczna lub całkowicie nie zwalcza określonego gatunku grzyba. Z jednej strony zjawisko to związane jest z naturalną zmiennością organizmów, powstającą w wyniku rozmnażania płciowego, mutacji itp., z drugiej strony wynika z presji selekcyjnej, której przyczyną jest częste stosowanie danej substancji czynnej (Kryczyński i Weber 2010; Miedaner 2018).

Powtarzająca się uprawa na danym stanowisku tego samego gatunku, zwłaszcza w monokulturze, stwarza korzystne warunki do epidemicznego rozwoju sprawców chorób. W konsekwencji pojawia się konieczność ich intensywnego zwalczania. W czasie, gdy częste stosowanie substancji czynnych prowadzi do niedostatecznego zwalczania grzyba chorobotwórczego, może to oznaczać, że mamy do czynienia ze zjawiskiem uodparniania. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim chemicznych środków ochrony roślin i występuje też w przypadku substancji czynnych fungicydów, działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie są uwarunkowane tylko przez jeden gen. Wówczas zmiana w obrębie tego genu, gdy stosuje się substancję czynną wchodzącą w skład fungicydu jest bardzo łatwa i może doprowadzić do powstania formy grzyba z genem determinującym odporność na daną substancję czynną. Takim selektywnym mechanizmem działania charakteryzują się powszechnie stosowne na plantacjach substancje czynne należące do różnych grup chemicznych, jak np.: benzimidazole, imidazole, czy o średniej selektywności, np. triazole czy strobiluryny.

W wyniku presji selektywnej wywoływanej przez stosowane fungicydy, wrażliwe populacje grzyba, które wcześniej istniały w środowisku oraz powstałe w wyniku zmienności lub mutacji, są eliminowane, a formy odporne pozostają na plantacji, 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 substancje czynne o tym samym mechanizmie działania. Jednocześnie coraz częściej występuje zjawisko wielokrotnego oporu, polegające na wykształceniu przez niektóre szczepy grzybów odporności na dwie lub więcej substancji czynnych, należących do grup fungicydów o różnych mechanizmach działania na komórki grzyba. W konsekwencji działanie grzybobójcze takich fungicydów użytych do walki z grzybem, który posiada gen odporności, zastosowanych w zalecanej dawce, jest słabe lub całkowicie nieskuteczne.

Występowanie form grzybów odpornych na substancje czynne zależy między innymi od biologii i warunków rozwoju grzybów oraz od intensywności

ochrony roślin. Większe ryzyko powstawania odporności występuje u patogenów o krótkim cyklu rozwojowym, obfitym zarodnikowaniu, bezbarwnych zarodnikach oraz szybkim i dalekim rozprzestrzenianiu zarodników (Węgorek i wsp. 2013).

Substancje 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 (Kryczyński i Weber 2010). Właściwości tych substancji są wykorzystywane między innymi w realizowaniu strategii antyodpornościowej, czy do zwalczania odpornych na fungicydy form patogenów.

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

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

Mechanizm działania	Grupa według 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	tiofanatmetylowy
	B3	benzamidy	zoksamid
	B4	pochodne fenylomocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid

Tabela 35. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa według FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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 35. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa według FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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, fosfoniandipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonudifenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna

Tabela 35. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

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

8. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH

Rocznie zbiera się około 5 mln ton pszenżyta z polskich pół. Tylko niewielka część tej masy jest zużywana na bieżąco, zdecydowana większość wymaga przechowywania do zaspokojenia późniejszych potrzeb rynku. Etap magazynowania, w tym zapewnienie odpowiednich przestrzeni, warunków termicznych i wilgotnościowych oraz ochrony przed szkodnikami wymaga od użytkownika dużego zaangażowania i wiedzy. Straty w magazynach mogą powodować mikroorganizmy, takie jak grzyby i bakterie, owady i roztocze, których związanych z magazynami jest około 2 tysięcy gatunków (Hagstrum i wsp. 2013), ale również gryzonie, a w obiektach w złych warunkach technicznych nawet ptaki. W rozdziale tym przedstawiona zostanie podstawowa wiedza, dzięki której uniknąć można strat w procesie magazynowania ziarna pszenżyta, których rozmiar szacuje się corocznie na około 5 do 10% całości zebranego plonu.

Ziarno pszenżyta powinno być składowane w magazynach do tego celu zaprojektowanych lub przystosowanych. Spichlerze zbożowe podzielić można na podłogowe i sąsiekowe oraz komorowe: elewatory oraz silosy (Lada 2008). Konstrukcja i wyposażenie tych obiektów powinno być zgodne z odpowiednimi przepisami prawa. Ułatwiającym pracę i niezbędnym wyposażeniem magazynów zbożowych powinny być odpowiednio rozmieszczone czujniki temperatury i wilgotności, które dostarczają cennych danych o aktualnych warunkach przechowywania i stanie ziarna. Magazyn ziarna powinien być też wyposażony w podajnik umożliwiający transport ziarna. Część chemicznych środków ochrony można aplikować do ziarna już na etapie jego transportu. W silosach zamontowany powinien być bardzo użyteczny system przewietrzania i dosuszania ziarna, którego użycie może znacząco obniżyć straty spowodowane przez szkodniki lub zagrzewanie się ziarna, w sytuacji, gdy warunki przechowywania ulegną pogorszeniu. W magazynie zbożowym niezalecana jest obecność okien. Jeśli jednak są potrzebne, powinny być zaopatrzone w siatkę o oczkach odpowiednio małych rozmiarów, aby nie mogły przez nią przedostać się drobne owady. Część ważnych szkodników magazynowych lata aktywnie w okresie, gdy panują wysokie temperatury i tak mogą zasiedlać magazyny (Klejdysz i Nawrot 2010). Siatka ta powinna być wykonana z metalu, aby uniemożliwić sforsowanie jej przez gryzonie. Utrzymanie szczelności obiektów magazynowych jest jednym z podstawowych zabezpieczeń przed szkodnikami. Należy również pamiętać, aby nie wabić szkodników w pobliże magazynu. Można to osiągnąć poprzez kontrolowanie zapachów wydostających się z obiektu stosując odpowiednie filtry i przewody powietrzne.

Pomieszczenia magazynowe, przed umieszczeniem w nich ziarna powinny być dokładnie oczyszczone z resztek zalegającego ziarna, kurzu, pajęczyn i innych zanieczyszczeń, w których mogą ukrywać się szkodniki. Porządkując magazyn nie należy zapominać też o innych urządzeniach mających kontakt z ziarnem. Starannie wyczyszczone powinny być również maszyny służące do zbioru (kombajny), transportu (przyczepy) i załadunku (podajniki) ziarna. Sprawdzone i wyregulowane powinny zostać urządzenia magazynowe: system transportowy, urządzenia czyszczące, wentylatory, urządzenia grzewcze/chłodzące, czujniki warunków itp. Przygotowanie magazynu do przyjęcia nowej partii ziarna powinno obejmować też usunięcie wszelkich spękań w ścianach oraz monitoring występowania szkodników, np. z użyciem pułapek podłogowych z przynętą oraz lepowych lub lejkowych z dyspenserem zawierającym feromony motyli lub szkodników magazynowych. W przypadku potwierdzenia obecności żywych szkodników magazynowych należy przeprowadzić zabieg ich zwalczania. Porządki powinny obejmować też najbliższe otoczenie magazynu. Wśród składowanych materiałów przy ścianach zewnętrznych mogą znaleźć schronienie gryzonie, dla których magazynowane ziarno stanowi cenny pokarm. Od staranności i dokładności sprzątania w dużej mierze zależy czy w późniejszym czasie konieczne będzie poświęcenie czasu i pieniędzy na zabiegi chemiczne rozwiązujące problem owadów, roztoczy i gryzoni – szkodników magazynowych.

Duży wpływ na powstanie strat w czasie przechowywania ma jakość ziarna. Ziarno zebrane kombajnem nie jest materiałem jednorodnym i znajdują się w nim różnego rodzaju zanieczyszczenia. Mogą to być zanieczyszczenia użyteczne (poślad), np. ziarno drobne, pochodzące z wierzchołków kłosów, ziarniaki niedojrzałe lub uszkodzone mechanicznie. W ziarnie mogą znajdować się też nieużyteczne zanieczyszczenia mineralne (piasek, grudki ziemi, drobne kamienie, kawałki szkła i metalu) oraz organiczne (cząstki słomy, plewy, łuski, zielone części i nasiona chwastów). Ziarno, które ma być przechowywane przez kilka miesięcy, nie może zawierać więcej niż 5% zanieczyszczeń, zarówno użytecznych, jak i nieużytecznych. Jeżeli poziom tych zanieczyszczeń jest wyższy, ziarno należy poddać zabiegowi czyszczenia. Ziarniaki z naruszoną tkanką okrywającą, popękane i połamane, stwarzają dogodne warunki do rozwoju tzw. szkodników wtórnych, do których zalicza się np. trojszyki (*Tribolium*), rozpłaszczki (*Cryptolestes*), psotniki (Psocoptera) oraz wiele innych. Zanieczyszczenie masy ziarna glebą, kurzem, kawałkami roślin, chwastami i słomą, dodatkowo sprzyja pojawowi grzybów. Grzyby te nazywane „magazynowymi" wytwarzają niebezpieczne produkty przemiany materii – mykotoksyny, które mogą spowodować uszkodzenia wątroby, nerek i centralnego układu nerwowego zarówno u ludzi, jak i u zwierząt inwentarskich. Szczególną uwagę należy zwrócić na ziarno przyjmowane z innych magazynów. Każdorazowo należy pobierać próbki takiego ziarna i przy użyciu odpowiednich metod sprawdzić, czy nie jest ono zasiedlone przez szkodniki. Po zmagazynowaniu

ziarna należy prowadzić zabiegi tzw. pielęgnacji pożniwnej, które obejmują między innymi intensywne przewietrzanie oraz schładzanie.

Szkody w magazynach, w których składowane jest ziarno pszenżyta mogą powodować różne gatunki owadów (głównie chrząszcze i motyle), ale również roztocze oraz większe zwierzęta, takie jak gryzonie i ptaki. Najważniejszym szkodnikiem ziarna z rzędu chrząszczy jest wołek zbożowy [*Sitophilus granarius* (L.)] (fot. 39), który jest tzw. szkodnikiem pierwotnym. Oznacza to, że może rozwijać się i niszczyć całe, nieuszkodzone ziarniaki, niezaatakowane wcześniej przez inne szkodniki lub mikroorganizmy.

Zdecydowana większość innych szkodników owadzich preferuje uszkodzone oraz wcześniej już zasiedlone ziarno. Rozwój wołka zbożowego ma miejsce wewnątrz ziarniaków, gdzie utrudniony jest dostęp środków ochrony roślin. Poza wołkiem zbożowym szkody w magazynach z ziarnem wyrządzać mogą inne gatunki chrząszczy, np.: inne wołki [ryżowy *Sitophilus oryzae* (L.) oraz kukurydzowy *Sitophilus zeamais* Motsch.], kapturnik zbożowiec [*Rhyzopertha dominica* (F.)], rozpłaszczyk rdzawy [*Cryptolestes ferrugineus* (Steph.)], spichrzel surynamski [*Oryzaephilus surinamensis* (L.)], trojszyki [ulec *Tribolium confusum* Duv. oraz gryzący *Tribolium castaneum* (Herbst)] (fot. 40), mącznik młynarek (*Tenebrio molitor* L.) oraz wiele innych.

Fot. 39. Chrząszcz wołka zbożowego (*Sitophilus granarius*) i uszkodzone przez niego ziarno (fot. T. Klejdysz)

Fot. 40. Chrząszcz trojszyka ulca *Tribolium confusum* na ziarniaku (fot. T. Klejdysz)

Spośród motyli do szkodników pierwotnych ziarna zaliczyć można jedynie skośnika zbożowiaczka [*Sitotroga cerealella* (Ol.)]. Gąsienice tego gatunku rozwijają się wewnątrz ziarniaków zbóż. Nie jest to jednak zbyt rozpowszechniony w Polsce gatunek i straty z powodu jego pojawu nie zdarzają się często. Coraz częstszym gatunkiem, który powoduje szkody w magazynach ziarna jest omacnica spichrzanka [*Plodia interpunctella* (Hüb.)] (fot. 41, 42).

Gatunek ten jednak zasiedla najczęściej powierzchniowe warstwy ziarna i to partie z dużym udziałem ziarniaków połamanych lub uszkodzonych w inny sposób (np. zasiedlonych już przez inne szkodniki). W magazynach zbożowych spotkać można też inne gatunki motyli, np. mola ziarniaka [*Nemapogon granella* (L.)], mkliki [próchniczka *Ephestia elutella* (Hüb.), mącznego *Ephestia kuehniella* (Zell.) oraz daktylowca *Cadra cautella* (Wlk.)], rzadziej inne. Istotną grupą szkodników, które obecne są w większości magazynów zbożowych są roztocze (Acarina). Mają one ogromny potencjał rozrodczy i tolerują niższe temperatury w porównaniu z wieloma owadami. Posiadają niewielkie rozmiary ciała (najczęściej poniżej 1 mm), przez co są trudne do wykrycia. Szkody w magazynach powodują głównie przedstawiciele dwóch rodzin: rozkruszkowatych (Acaridae) (fot. 43) i roztoczkowatych (Glycyphagidae) (Boczek i Błaszak 2016) i takie gatunki, jak: rozkruszek mączny (*Acarus siro* L.), rozkruszek polowo-magazynowy [*Acarus farris* (Oud.)], rozkruszek drobny [*Tyrophagus putrescentiae* (Schr.)], roztoczek

Fot. 41. Samica omacnicy spichrzanki *Plodia interpunctella* na ścianie magazynu (fot. T. Klejdysz)

Fot. 42. Gąsienica omacnicy spichrzanki *Plodia interpunctella* na uszkodzonym ziarnie (fot. T. Klejdysz)

Fot. 43. Różne stadia rozwojowe roztoczy z rodziny rozkruszkowatych Acaridae (fot. T. Klejdysz)

owłosiony [*Lepidoglyphus destructor* (Schr.)], roztoczek domowy [*Glycyphagus domesticus* (DeG.)] oraz roztoczek brunatny [*Gohieria fusca* (Oud.)].

Istotną grupą szkodników są gryzonie. Zjadać mogą one znaczne ilości ziarna, a jeszcze większe zanieczyścić moczem, kałem i sierścią. W magazynach bardzo dobre warunki do rozwoju znajdują szczury [śniady *Rattus rattus* (L.) i wędrowny *Rattus norvegicus* (Berk.)] oraz mysz polna [*Apodemus agrarius* (Pall.)]. Oprócz strat w ziarnie mogą niszczyć też wyposażenie magazynów np. przegryzać przewody elektryczne oraz rury, ale również niszczyć elementy konstrukcyjne takie jak konstrukcje drewniane i materiały izolacyjne użyte do wyłożenia ścian i stropów. Kopiąc nory uszkadzają też podłogi.

Podstawowym elementem procesu przechowywania, który w większości przypadków zabezpiecza przed powstaniem szkód jest zapewnienie odpowiedniej temperatury i wilgotności w magazynie. Zdecydowana większość szkodników owadzich nie rozwija się w temperaturze niższej niż 10°C i wilgotności poniżej 10%. Jedynie nieliczne roztocze są w stanie rozmnażać się w opisanych warunkach, ale w bardzo ograniczonym zakresie. Niska temperatura i wilgotność zabezpieczają też przed rozwojem mikroorganizmów, takich jak bakterie i grzyby, które mogłyby w krótkim czasie zniszczyć ziarno. Obniżenie temperatury ziarna wydłuża czas bezpiecznego przechowywania. Zaleca się, aby w ciągu 7 dni po zbiorze kombajnowym obniżyć temperaturę całej partii ziarna poniżej 16°C (docelowo poniżej 10°C). W przypadku stwierdzenia podwyższonej temperatury ziarno należy schłodzić. Obniżenie wilgotności ziarna osiągnąć można przez wentylowanie oraz ewentualne dosuszenie. Chłodzenie i dosuszanie ziarna jest szczególnie

istotne w okresie kilku do kilkunastu dni od zbioru. W ziarniakach następuje wówczas dojrzewanie pożniwne, którego efektem są między innymi podwyższenie temperatury i wilgotności. Zwykle zebrane ziarno pszenżyta przy zbiorze ma około 20% wilgotności, aby bezpiecznie przechować je przez okres do 6 miesięcy jego wilgotność powinna być obniżona do 14%. W przypadku dłuższego przechowywania – do 13% (Ryniecki i Szymański 1998).

Nieodzownym elementem integrowanej ochrony magazynów zbożowych powinien być monitoring obecności szkodników magazynowych. Monitoring ten powinien być prowadzony okresowo przez wykwalifikowane osoby oraz w sposób ciągły, z użyciem różnego rodzaju pułapek i detektorów. Okresowe kontrole i inspekcje powinny skupiać się na przeglądaniu magazynowanego ziarna oraz przesianiu próbek przez sito. Wypatrywać należy wszelkich śladów aktywności szkodników, np. w przypadku motyli magazynowych (Pyralidae, Tineidae) jest to obecność przędzy i wylinek larwalnych na powierzchni ziarna. W przypadku stwierdzenia owadów lub roztoczy w przesianym ziarnie należy je zidentyfikować oraz przeliczyć ich liczebność na jednostkę masy ziarna np. na 1 kg (Ignatowicz 2007). Skuteczną i działającą w sposób ciągły metodą monitoringu jest zastosowanie pułapek, których dostępnych jest na rynku wiele różnych typów. W zależności od rodzaju owadów stosować można pułapki o różnym mechanizmie działania. Do owadów poruszających się po powierzchni ziarna i po podłogach można stosować pułapki podłogowe o lepnej powierzchni chwytnej. Niektóre z nich mają możliwość zamontowania atraktantu zwiększającego efektywność pułapki (fot. 44).

Fot. 44. Przykład pułapki podłogowej z atraktantem pokarmowym (fot. T. Klejdysz)

Fot. 45. Pułapka typu „pitfall" (fot. T. Klejdysz)

Do monitorowania owadów występujących w masie ziarna można wykorzystać pułapki typu „pitfall" (fot. 45) lub jej modyfikacje w formie rur o perforowanych ściankach, przez które chrząszcze mogą dostać się do środka. Takie pułapki umieszcza się pod powierzchnią ziarna.

Do monitorowania obecności motyli magazynowych użyteczne są pułapki lejkowe, typu „delta" lub inne z powierzchnią lepową. W przypadku monitorowania przedstawicieli gatunków motyli z rodziny omacnicowatych, dostępne są na rynku feromony płciowe w formie dyspenserów o różnej budowie. Umieszcza się je w pułapkach i skutecznie wabią one samce poszczególnych gatunków lub rodzajów motyli. Wykrywanie roztoczy w magazynach może być trudniejsze niż owadów z uwagi na niewielkie rozmiary ciała tych szkodników. Najprostszą metodą jest przesianie próbek ziarna (pobranych np. przy użyciu odpowiedniego próbnika) nad czarną kartką lub innym, ciemnym, gładkim materiałem. Powstałą, cienką warstwę pyłu należy przejrzeć przy użyciu np. lupy. Po chwili od przesiania, jeżeli w próbce znajdowały się roztocze, zaczną one wędrować, tworząc w pyle niewielkie korytarze. Do monitorowania obecności gryzoni w magazynach przydatne są różnego rodzaju potrzaski lub pułapki żywołowne oraz karmniki deratyzacyjne. Ubytek rodentycydu w formie przynęty pokarmowej świadczyć może o obecności gryzoni w magazynie. Gryzonie monitorować należy również przy zewnętrznych ścianach magazynu oraz wzdłuż ogrodzeń obiektów.

Użycie środków chemicznych w celu zwalczenia szkodników w magazynie powinno być ostatnią, zastosowaną metodą, kiedy zawiodą inne, np. obniżenie

temperatury ziarna, wentylowanie lub dosuszenie. Zabieg zwalczania powinien być wykonany przy przekroczeniu progu szkodliwości danego szkodnika. W przypadku tak ważnych gospodarczo szkodników, jak chrząszcze wołków lub kapturnika zbożowego progiem szkodliwości są 2 owady w 1 kg ziarna (Hagstrum i Flinn 2014), przy zachowaniu założonych warunków przechowywania. Środki chemiczne dopuszczone do użycia w magazynach charakteryzują się najczęściej szerokim działaniem i wysoką toksycznością. Dlatego ważne jest, aby użytkownik wykonujący zabieg posiadał odpowiednie doświadczenie oraz uprawnienia. Osoby wykonujące zabiegi środkami ochrony roślin muszą posiadać odpowiednie szkolenia potwierdzone aktualnym, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczeniem 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 pestycydów. W przypadku stosowania fumigantów, od stosującego wymagane jest przeszkolenie w zakresie stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji. Konieczność przeprowadzenia zabiegów w zamkniętych pomieszczeniach, połączona z wysoką toksycznością preparatów niesie ze sobą duże ryzyko utraty zdrowia, a nawet życia przez użytkownika. Dlatego wykonanie zabiegu dezynsekcji najlepiej jest zlecić wykwalifikowanej firmie DDD (Dezynfekcja, Dezynsekcja, Deratyzacja). W przypadku stosowania chemicznych środków ochrony magazynów należy używać tylko zarejestrowanych preparatów, których lista dostępna jest w rejestrze na stronie internetowej Biuletynu Informacji Publicznej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (https://bip.minrol.gov.pl/Informacje-Branzowe/Produkcja-Roslinna/Ochrona-Roslin). Koniecznie należy zwrócić uwagę na zakres stosowania danego preparatu, czy jest przeznaczony do stosowania w pustych pomieszczeniach czy zapełnionych oraz na jakiego rodzaju szkodnika. Zawsze należy szczegółowo przestrzegać zapisów etykiety, zalecanych dawek i częstotliwości stosowania, ale również ważne jest zastosowanie sprawnych urządzeń przy zabiegach opryskiwania i optymalnego pH cieczy roboczej. Nie należy wykonywać zabiegów w nieodpowiednich warunkach termicznych (zbyt zimno lub zbyt gorąco). Obecnie na rynku, spośród preparatów zarejestrowanych do użycia w magazynach dostępne są środki do wykonania zabiegów opryskiwania oraz fumiganty. Te pierwsze należy aplikować w strumień ziarna na podajniku transportującym do magazynu i działają one głównie powierzchniowo na szkodniki żyjące w przestrzeniach międzyziarnowych. Fumiganty mają szersze działanie i mogą niszczyć również stadia rozwojowe ukryte wewnątrz ziarniaków (np. larwy wołków, kapturnika zbożowego lub skośnika zbożowiaczka). W ostatnich latach nasileniu ulega zjawisko uodparniania się agrofagów na środki ochrony roślin. Dlatego należy pamiętać o rotacji stosowanych preparatów, zawierających różne substancje czynne o różnych mechanizmach działania. Jest to najlepsza i najprostsza metoda zapobiegająca powstawaniu populacji odpornych szkodników. Dobrą praktyką

jest prowadzenie rejestru gatunków szkodników stwierdzanych w pustym magazynie i składowanym ziarnie oraz wszystkich zabiegów chemicznego zwalczania z uwzględnieniem zastosowanych środków. Informacje takie są podstawą do właściwego planowania kolejnych zabiegów zwalczania. Zapisy w rejestrze należy udostępniać do wglądu, przy zlecaniu zabiegów wykwalifikowanej firmie DDD.

Bardziej szczegółowe informacje oraz liczne odniesienia do literatury na temat szkodników magazynowych mogących powodować szkody w magazynach ziarna pszenżyta oraz metod zapobiegania tym szkodom zawiera „Metodyka integrowanej ochrony magazynów zbożowych dla doradców" (Klejdysz i wsp. 2017).

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

Walka biologiczna to sterowana przez człowieka działalność wykorzystująca owady pożyteczne, w celu ograniczenia liczebności szkodników na uprawach. Może to być wykorzystanie wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterie, grzyby) oraz makroorganizmów (drapieżne roztocze oraz drapieżne i pasożytnicze owady) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. Taką walkę nazywamy metodą biologiczną, opartą na trzech głównych metodach:

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

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

jak na miedzach żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które wspomagają rolników w ograniczaniu liczebności fitofagów. Ważna jest duża różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem owadów pożytecznych. Są one istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana, 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 wewnątrz jego ciała (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). Jedną z ważniejszych grup drapieżców występujących w agroekosystemie są chrząszcze naziemne, które będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami spełniają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Jedną z ważniejszych grup są drapieżne owady z rodziny biegaczowatych Carabidae (fot. 46). Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce taksonomicznie do jednej z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych, jak również larw żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postacie dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy, w tym również organizmy drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mszyce żerujące na pszenżycie, gąsienice motyli np. rolnic lub

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

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych Staphylinidae należą do owadów ograniczających liczebność szkodników (fot. 47). Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne, jak i imagines 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 skrzypionki i nałomka oraz poczwarki, a także drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona przez nie jest gleba tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie, stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych.

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie pszenżyta są biedronkowate Coccinellidae. Na świecie opisanych jest 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca-ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak np. inni drapieżcy, z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej Coccinellidae. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu

zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* L. (fot. 48, 49, 50), biedronka dwukropka *Adalia bipunctata* L., biedronka wrzeciążka *Propylea quatuordecimpunctata* L. i skulik przędziorkowiec *Stethorus punctillum* Ws. Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich korą, a niektóre z nich, także w siedliskach ludzkich. *Adalia bipunctata* zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzb w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński i Lipa 1970). Są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do dwóch tysięcy mszyc. Dorosłe owady zjadają od 30 nawet do 250 w ciągu dnia. Niektóre gatunki, np. biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*), bywa wykorzystywana w rolnictwie, do biologicznego zwalczania mszyc.

Ważnymi owadami drapieżnymi są niektóre muchówki Diptera, głównie należące do rodzin: bzygowate Syrphidae oraz rączycowate Tachinidae. Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych 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 drapieżników. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na pszenżycie. 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 drapieżcy reprezentujący rodziny: tasznikowatych Miridae, dziubałkowatych Anthocoridae (fot. 51) oraz tarczówkowatych Pentatomidae. Zwłaszcza dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L. w ograniczaniu liczebności mszyc i przędziorków, jaj i larw skrzypionki, lednicy zbożowej i żółwinka zbożowego oraz młodych gąsienic. Zarówno larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów. Boczek i Lipa (1978) wskazują również na pożyteczne owady z rodziny tasznikowatych Miridae i zażartkowatych Nabidae.

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników pszenżyta mają również sieciarki Neuroptera z często dominującym złotookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 52, 53). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również błonkówki Hymenoptera. Są to głównie drapieżne mrówkowate Formicidae, a także pasożytnicze gąsienicznikowate Ichneumonidae. Pola pszenżyta są dla tych owadów świetnym miejscem zdobywania pokarmu. Mrówki żywią się przedstawicielami 150 gatunków bezkręgowców z 58 rodzin, spośród 21 rzędów. Wśród nich przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy roślinarek. Mrówki należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane. Owady te oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności szkodników, biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy). Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy skorki (Dermaptera), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, 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. pryszczarków, ploniarki zbożówki, niezmiarki paskowanej i miniarek.

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

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

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

Fot. 46. Biegacz *Calathus halensis* (fot. K. Nijak)

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

Fot. 48. Biedronka azjatycka *Harmonia axyridiis* (fot. K. Nijak)

Fot. 49. Larwa biedronki siedmiokropki *Coccinella septempunctata* (fot. K. Nijak)

Fot. 50. Biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* (fot. P. Strażyński)

Fot. 51. Błyszczek elegancik *Deraeocoris ruber* (fot. K. Nijak)

Fot. 52. Larwa złotooka pospolitego *Chrysopa carnea* (fot. P. Strażyński)

Fot. 53. Złotook pospolity *Chrysopa carnea* (fot. P. Strażyński)

10. OCHRONA ZAPYLACZY

Owady zapylające to przede wszystkim pszczoły, których na świecie występuje około 20–25 tys. gatunków (Banaszak 1993; Michener 2007). Zdecydowana większość to pszczoły preferujące ciepłe i suche, a wręcz półpustynne rejony świata (Celary 2007). Dla większości ludzi termin pszczoły kojarzy się z pszczołą miodną, podczas gdy jest to tylko jeden gatunek spośród ponad 450 gatunków tych pożytecznych owadów występujących w Polsce (Banaszak 1987; Flaga 2002; Pawlikowski i Celary 2006; Michener 2007).

Roli pszczół jako zapylaczy nie sposób przecenić zarówno w środowisku naturalnym, jak i w produkcji roślinnej. Na świecie około 80% spośród wszystkich gatunków roślin jest owadopylna, a w uprawach rolniczych obecność zapylaczy często wpływa korzystnie na zwiększenie nie tylko poziomu uzyskanego plonu, ale również na wzrost jego jakości (Pruszyński 2008). Dzięki zapyleniu plony wielu roślin uprawnych wzrosły nawet o 25–50% (Boczek 1990, 2001).

Pszenżyto to roślina w dużej mierze samopylna, a obcopylność, w zależności od formy i przebiegu pogody podczas kwitnienia, może stanowić 10 i więcej procent. Należy jednak pamiętać, że głównym czynnikiem biorącym udział w obcozapyleniu pszenżyta jest wiatr. Stąd też owady zapylające nie mają w procesie produkcji pszenżyta większego znaczenia (Tarkowski 1989).

Jednak na plantacjach pszenżyta mogą występować owady zapylające. Zgodnie z integrowaną ochroną dopuszcza się obecność chwastów w ilości, która nie ma wpływu na plonowanie pszenżyta. Zatem należy uwzględnić sytuację, w której na plantacji pszenżyta bądź na jej obrzeżach, kwitnące chwasty mogą być oblatywane przez owady zapylające. Ponadto występujące w uprawie pszenżyta mszyce produkują spadź, która działa wabiąco na pszczoły. Nad łanem mogą też przelatywać pszczoły pomiędzy pasieką, czy miejscem gniazdowania a roślinami pożytkowymi, dostarczającymi nektar i pyłek. W takiej sytuacji pszczoły mogą odpoczywać na roślinach pszenżyta lub przelatywać bezpośrednio nad nimi, co w przypadku ochrony, zwłaszcza środkami o działaniu gazowym może być fatalne w skutkach (Pruszyński 2007).

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, szczególnie w sposób nieprawidłowy, może być przyczyną powstania zagrożenia dla pszczół, a także innych owadów pożytecznych. Błędy wykonawców zabiegów ochrony roślin są obecnie jednym z najpoważniejszych czynników ograniczających liczebność owadów zapylających (Pruszyński 2013). Zatrucia pszczół środkami ochrony roślin notowano od początku chemicznej ochrony roślin (Pidek 1999), 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 aczkolwiek procent zatrutych pasiek wahał się w granicach 30 do 50%. W kolejnych latach miała miejsce dalsza poprawa głównie dzięki świadomości znaczenia pszczół, poprawie 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; Pruszyński 2016).

Najwięcej zatruć obserwuje się w Polsce podczas kwitnienia rzepaku, szczególnie w okresie zwalczanie słodyszka rzepakowego oraz na plantacjach ziemniaków czy zbóż, na których wykonuje się zabiegi ochrony roślin podczas, gdy na plantacji występują 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).

Bardzo ważnym jest również objęcie owadów zapylających szczególną ochroną prawną. Istotnym faktem było wprowadzenie od 1 stycznia 2014 roku obowiązku prowadzenia ochrony w Unii Europejskiej zgodnie z wymogami integrowanej ochrony roślin. Zarówno akty unijne, jak i krajowe wprowadzają konieczność ochrony owadów pożytecznych. W rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin podano, że integrowana ochrona roślin obejmuje „ochronę organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich wystąpieniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych". Ten zapis, jak również wiele innych zapewnia od strony przepisów prawnych bezpieczeństwo zapylaczy w bardzo dużym stopniu (Pruszyński 2016).

Owady zapylające to ważna grupa sprzymierzeńców człowieka, która wymaga szczególnej ochrony. W tym celu należy postępować według następujących zasad (Pruszyński i Skubida 2012):

- 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 organizmy szkodliwe się pojawiły np. zabiegi brzegowe,
- bezwzględnie przestrzegać zapisów zawartych 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,
– dbać o miejsca bytowania owadów pożytecznych, w tym zapylających, takich jak: miedze, remizy śródpolne, użytki ekologiczne itp., szczególnie obfitujące w rośliny pożytkowe dla pszczół,
– informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin,
– przestrzegać przepisów prawnych,
– stosować zasady Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE

Pszenżyto jest zbożem narażonym na szkody powodowane przez różne gatunki zwierząt łownych, które mogą uszkadzać tę roślinę we wszystkich fazach rozwojowych. Poszczególne gatunki zwierząt łownych preferują różne fazy rozwojowe pszenżyta. Również niektóre odmiany pszenżyta są bardziej lub mniej podatne na żerowanie ssaków łownych, co najczęściej wiąże się z morfologią roślin i zawartością niektórych składników odżywczych lub antyżywieniowych. Reakcja roślin na uszkodzenia, między innymi przygryzanie i tratowanie jest różna. Następczo wiąże się ponadto z dużymi stratami w plonowaniu oraz zwiększonym stopniem porażenia przez choroby grzybowe (fuzariozy liści, mączniak prawdziwy zbóż, 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).

Szkody w uprawach pszenżyta najczęściej wyrządzają następujące gatunki zwierząt łownych: dzik (*Sus strofa* L.), jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.), daniel (*Dama dama* L.), sarna (*Capreolus caoreolus* L.) oraz 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 pszenżyta. Wyjątkiem jest dzik, którego liczebność populacji w 2016 roku szacowana była na 270–380 tysięcy osobników, a obecnie wynosi około 214 tysięcy osobników. Spadek liczebności populacji dzika wynika z wprowadzenia przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nakazu redukcji populacji tego zwierzęcia i wykonania przez myśliwych odstrzału sanitarnego mającego na celu zapobieganie rozprzestrzenianiu się wirusa groźnej choroby – afrykańskiego pomoru świń (ASF). Jednak pomimo zmniejszenia liczebności populacji, dziki w dalszym ciągu wyrządzają wiele szkód w uprawach pszenżyta.

Należy zdawać sobie sprawę, że dzik jest najbardziej plennym gatunkiem spośród dużych ssaków łownych i przyrost jego populacji wynosi rocznie średnio około 150%. Na zagęszczenie populacji dzika wpływ mają warunki klimatyczne oraz zalesienie. W zachodnich i północnych rejonach Polski, gdzie panują łagodniejsze warunki klimatyczne oraz jest większe zalesienie, zagęszczenie populacji dzika jest wyższe niż w rejonach wschodnich i południowych (Kozdrowski i Dubiel 2004; Węgorek 2011; Bobek i wsp. 2015; Popczyk 2016).

Pomimo, że dzik jest zwierzęciem wszystkożernym, w okresie wegetacyjnym rośliny stanowią do 90% jego diety. Zwierzęta te uszkadzają pszenżyto 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. Szkody w oziminach pszenżyta powstają często na polach, gdzie przedplonem były takie rośliny jak, ziemniak lub kukurydza. Dziki w poszukiwaniu resztek pożniwnych tych roślin potrafią od momentu zasiewu, przez całą zimę aż do późniejszych faz rozwojowych uszkadzać rośliny pszenżyta wyorując resztki ziemniaków i kolb, które wyczuwają nawet po ich przyoraniu na dużą głębokość. Ponadto, dziki często żerują na polach zaniedbanych, gdzie w glebie znajdują się duże ilości myszowatych lub drutowców z rodziny sprężykowatych (Elateridae), pędraków z rodziny chrabąszczowatych oraz rolnic (*Agrotinae* sp.), które stanowią uzupełnienie ich diety w białko zwierzęce. Ochronę upraw pszenżyta przed dzikami należy rozpocząć od momentu zauważenia pierwszych uszkodzeń, ponieważ zwierzęta przyzwyczajają się do żerowisk i szkody szybko narastają (Węgorek 2011; Popczyk 2016).

W przypadku zwierząt z rodziny jeleniowatych (Cervidae), podrzędu przeżuwaczy, populacja jelenia szlachetnego w Polsce wynosi w dniu dzisiejszym około 170 tysięcy osobników, łosia około 21 tysięcy, daniela 29 tysięcy, sarny około 900 tysięcy (Główny Urząd Statystyczny 2018). Jeleniowate nie rozmnażają się tak szybko jak dzik. Rocznie na świat wydają 1–2 młode, które ze względu na zmiany klimatyczne oraz 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 pszenżyto od fazy wschodów, poprzez fazę krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia, kwitnienia oraz dojrzewania. Uszkodzenia pszenżyta ozimego 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. 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. Podobnie jak dziki, zwierzęta jeleniowate uszkadzają pszenżyto również w późniejszych fazach wegetacji nie tylko na skutek żerowania, ale także poprzez deptanie, tworzenie przejść i legowisk. Żerowanie na zielonych częściach pszenżyta przyczynia się też do możliwości następczego wystąpienia chorób uszkodzonej rośliny (Węgorek 2011; Węgorek i wsp. 2014). Obecność i żerowanie zwierząt jeleniowatych w uprawach rolnych – w tym pszenżyta, przyczyniając się do zwiększonej infekcji chorób grzybowych wymusza intensyfikację ochrony chemicznej. Dlatego wszystkie działania mające na

celu ograniczenie żerowania zwierząt, mają również znaczenie dla integrowanej ochrony roślin i ochrony środowiska przyrodniczego.

Zapobieganie szkodom powodowanym przez omawiane gatunki zwierząt łownych w uprawie pszenżyta musi być prowadzone zgodnie z obowiązującymi zasadami integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin. O ile szkody wystąpią, ochrona plantacji pszenżyta przed zwierzętami jeleniowatymi i dzikiem jest bardzo trudna. Zwierzęta bardzo szybko adaptują się do zapachowych substancji lotnych zawartych w środkach przeznaczonych do ich odstraszania, co skutkuje ograniczoną skutecznością zastosowanych substancji. Ponadto, w celu zminimalizowania ryzyka pojawienia się szkód w uprawach pszenżyta należy odpowiednio dobrać stanowisko pod uprawę. Należy unikać miejsc graniczących z kompleksami leśnymi, w których żyją liczne populacje dzika i jeleniowatych. Im dalej od szlaków migracyjnych i miejsc ostojowych zwierząt łownych tym ryzyko uszkodzeń dokonanych przez zwierzęta jest mniejsze. 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 poprzez zakładanie pasów żerowych, pozostawienie na okres zimowy fragmentów pól w miejscach atrakcyjnych dla zwierząt, zapewniając w tych miejscach spokój, poprzez wyłączenie ich z polowań. Dziki i jeleniowate mając atrakcyjny i łatwo dostępny pokarm w obrębie pasa żerowego lub pozostawionego fragmentu pola, np. z kukurydzą, znacznie ograniczają swoje przebywanie i żerowanie na polach z pszenżytem ozimym. 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 pszenżyta (Ustawa z dnia 13 października 1995 roku – Prawo łowieckie).

12. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

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

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

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

Ośrodki doradztwa rolniczego znajdują się w każdym województwie. Struktura organizacyjna tych instytucji jest następująca:

- centrala z działami zatrudniającymi doradców-specjalistów,
- biura powiatowe i biura na poziomie gmin zatrudniające doradców terenowych.

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

potrzeb i oczekiwań mieszkańców wsi, przy każdej jednostce działa Społeczna Rada Doradztwa Rolniczego.

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

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej Izb Rolniczych, działających na podstawie ustawy z 14.12.1995 r. (Dz.U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby Rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2.07.2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. z 2013 r. poz. 672).

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

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

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

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

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

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

Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

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

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

– wzrost świadomości producentów rolnych i promowanie stosowania integrowanej ochrony roślin, Kodeksów Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

Zgodnie z art. 14 dyrektywy 2009/128/WE wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia 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, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

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

oraz ograniczenie zależności ochrony roślin od preparatów chemicznych zapewni zaspokojenie potrzeb ekonomicznych rolników przy zachowaniu biologicznej różnorodności zasobów środowiska naturalnego obszarów wiejskich. Wprowadzeniu i realizacji założeń integrowanej ochrony roślin towarzyszy wiele działań i aktów prawnych, których zadaniem jest wspieranie i przyspieszanie tych procesów (Mrówczyński 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 Schönthaler 2012).

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć należą:

- **identyfikacja agrofagów:** doradcy rolniczy i rolnicy przede wszystkim muszą zidentyfikować szkodnika, chorobę lub chwasty, aby móc właściwie wybrać odpowiedni produkt do ich zwalczania. Dobranie właściwego środka, najlepszego w danej sytuacji będzie bardziej ekonomiczne, gdyż pozwoli uniknąć nieefektywnych w danym przypadku produktów. Pozwala to na wybór najlepszej, dostępnej opcji ochrony plonów,
- **monitorowanie:** prowadzenie stałych obserwacji nad pojawianiem się i nasileniem agrofagów jest szczególnie ważne obecnie, gdy obok uniknięcia strat w plonie pod uwagę należy brać czynnik ekonomiczny, środowiskowy oraz obowiązek prowadzenia ochrony roślin w oparciu o zasady integrowanej ochrony,
- **dokonanie oceny i wyboru:** gdy populacja agrofaga zbliży się do wyznaczonego progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może okazać się 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 lub 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 części tych gospodarstw od 2016 roku prowadzona jest 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 pozwala na efektywne prowadzenie sygnalizacji występowania agrofagów.

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w metodach sygnalizacji poprzez wdrażanie systemów wspomagających określenie optymalnego terminu zabiegu (System Wspomagania Decyzji). „Narzędzia" te stanowią element nowoczesnego doradztwa i są wykorzystywane w pracy doradczej (Pruszyński i Wolny 2009). Aby wyniki monitoringu przyniosły korzyści, wykonanie obserwacji wymaga zaangażowania wielu przygotowanych do tych obowiązków specjalistów, którzy zabezpieczą prawidłowy zbiór i właściwe przekazanie informacji.

W 2007 roku w Instytucie Ochrony Roślin – PIB uruchomiony został internetowy system wspomagający podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed *Phytophtora infestans*.

Ośrodki Doradztwa Rolniczego, a mianowicie: Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Lubuski Ośrodek Doradztwa Rolniczego oraz Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego zaangażowały się od 2009 roku do monitoringu plantacji ziemniaków w kierunku obserwacji rozwoju objawów chorobowych zarazy ziemniaczanej. Wyniki monitoringu przekazywano do systemu. Rozwiązanie to umożliwia przetwarzanie wprowadzanych informacji w czasie rzeczywistym i ich prezentację graficzną oraz tabelaryczną na ogólnodostępnej witrynie internetowej: www.ior.poznan.pl (Wójtowicz i wsp. 2012). Od 2016 roku w Wielkopolskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego prowadzone są obserwacje patogenów rzepaku ozimego oraz pszenicy ozimej dla Platformy Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl), a także rdzy brunatnej żyta, występowania stonki ziemniaczanej, skrzypionek w zbożach, rolnic w burakach cukrowych dla opracowywanych i testowanych w Instytucie Ochrony Roślin – PIB aplikacji systemów wspomagania podejmowania decyzji o ochronie wymienionych upraw.

Budowany obecnie system umożliwia korzystanie z doradztwa on-line z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu

gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

Centrum Doradztwa Rolniczego od 2012 roku prowadzi doskonalenie zawodowe doradców w zakresie integrowanej ochrony roślin. W latach 2013–2014 na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zostały zrealizowane projekty szkoleniowe, w ramach których przeszkolono łącznie 1483 osoby. Projekty obejmowały różne formy doskonalenia doradców, takie jak:

– szkolenia e-learningowe,
– praktyczne zajęcia warsztatowe na plantacjach rolniczych, warzywniczych i sadowniczych,
– wyjazdy studyjne do krajów Unii Europejskiej.

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

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

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

Ostrzegać szybko i skutecznie – to główne zadanie Platformy Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl).

Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie spełniać ma utworzona nowa, internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma została przygotowana przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Nawożenia Uprawy i Gleboznawstwa w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego. Jest to narzędzie, które pomaga rolnikom i doradcom w codziennej pracy. Realizacja przedsięwzięcia ma istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczół, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Nie brakuje zatem zaleceń, jak wykonywać zabiegi ochronne, aby nie zaszkodziło to owadom zapylającym. Platforma Sygnalizacji Agrofagów była w początkowej fazie poddawana testom wykonywanym wspólnie z ośrodkami doradztwa rolniczego.

Biorąc pod uwagę doświadczenie jednostek naukowych, instytucji i organizacji branżowych oraz dotychczasową współpracę w upowszechnianiu i stosowaniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin zachęcamy do aktywnego

wykorzystania Platformy Sygnalizacji Agrofagów, w tym monitorowania agrofagów w uprawach i udostępniania wyników rolnikom.

Upowszechnienie integrowanej produkcji i ochrony roślin wymaga 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 oraz promowania integrowanej produkcji i ochrony roślin nie można liczyć na końcowy sukces.

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

Odpowiednie przygotowanie plantacji do zbioru powoduje znaczne ułatwienie pracy kombajnów, skrócenie czasu zbioru, zmniejszenie ilości awarii maszyn oraz zwiększenie bezpieczeństwa pracy. Dla sprawnego przeprowadzenia zbioru istotne jest ustawienie kombajnu. Teoretycznie nastawy podaje instrukcja obsługi. Są to jednak dane 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. Odpowiednio zorganizowany odbiór ziarna od kombajnów oraz jego sprawny transport do miejsca magazynowania ma wpływ nie tylko na wydajność pracy kombajnów, ale całej technologii zbierania, czyli od pola do magazynu, poprzez czyszczenie i suszenie. Magazynowanie ziarna jest jedną z ważniejszych operacji technologicznych. Z tego powodu należy stworzyć jak najlepsze warunki przechowywania, aby uzyskać wysoką jakość i przydatność konsumpcyjną oraz paszową ziarna.

Termin zbioru

W sprzyjających warunkach atmosferycznych pszenżyto fizjologicznie zamiera i po pewnym czasie uzyskuje dojrzałość pełną lub martwą, która umożliwia zbiór kombajnowy. Końcowy okres dojrzewania, czyli przechodzenia z fazy woskowej do pełnej trwa stosunkowo krótko, zazwyczaj 2–3 dni. Dojrzewanie łanu w obrębie jednego pola może być jednak 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. Ponadto trzeba wziąć pod uwagę, że pszenżyto stosunkowo łatwo porasta. Już 2–3 dni opadów deszczu mogą przyczynić się do rozpoczęcia procesu porastania na pniu. Dlatego korzystniej jest zebrać ziarno wilgotne i ponieść koszty jego dosuszenia, niż oczekiwać na dobrą pogodę i wysuszenie ziarna w kłosie.

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. W korzystnych warunkach atmosferycznych, przy wilgotności powietrza

około 60% i wilgotności ziarna około 15%, źdźbła mają wilgotność około 35%, a wilgotność chwastów wynosi 75–80%. Wilgotność powietrza w dolnych partiach łanu zboża także wynosi od 70 do 80%. 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 (Przybył i Sęk 2010; Bieniek 2011).

Przy wilgotności 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 zazwyczaj 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 (Przybył i Sęk 2010; Bieniek 2011).

Warunki prawidłowego wykorzystania kombajnów

Podstawowe warunki, które decydują o możliwości prawidłowego wykorzystania kombajnów zbożowych są następujące (Przybył i Sęk 2010):

- **usuwanie kamieni z pól**. Większość pól w naszym kraju jest znacznie zakamieniona i mimo wyposażenia kombajnów w chwytacze kamieni, właśnie kamienie powodują częste usterki maszyn. Kamienie mogą uszkodzić zespół tnący, podajnik ślimakowo-palcowy lub przenośnik palcowy. 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 z drutów, czy słupów oraz oznaczyć przeszkody, które są trudno zauważalne przez operatora kombajnu, np. miejsca podmokłe, betonowe słupki geodezyjne, studzienki melioracyjne itp.
- **dobry stan dróg**. Drogi dojazdowe do pól, mosty, przepusty powinny być naprawione i odpowiadać gabarytom i masie kombajnu lub środków transportowych. Przy opracowywaniu harmonogramu pracy kombajnu na poszczególnych polach należy zwrócić uwagę, czy w ogóle możliwy jest dojazd do nich kombajnem, a także czy jest wystarczająco dużo miejsca na manewrowanie w celu zamocowania przyrządu żniwnego.
- **właściwe przygotowanie powierzchni pól**. Wzrost przepustowości nowych kombajnów zbożowych związany jest ze zwiększaniem ich szerokości roboczej. Praca takimi kombajnami na polach o nierównej powierzchni (bruzdy,

koleiny, grzbiety itp.) jest utrudniona i trzeba albo ograniczyć wydajność pracy, albo liczyć się, z poniesieniem większych strat plonu wskutek większej wysokości koszenia. Dlatego wyrównanie powierzchni pól pozwala na stosowanie większych prędkości roboczych oraz na obniżenie wysokości koszenia, co często związane jest również z obniżeniem strat ziarna spowodowanych pracą zespołu żniwnego.

– **dobry stan techniczny kombajnu**. Bezpośrednio po zakończeniu żniw kombajny powinny być poddane dokładnemu przeglądowi, w czasie którego należy określić, jakie części i zespoły muszą być naprawione lub wymienione na nowe. Również w czasie eksploatacji trzeba dokonywać bieżącej konserwacji i przeglądów technicznych kombajnów, a ich obsługa w czasie pracy powinna mieć bezpośredni bezprzewodowy kontakt z serwisem, w celu szybkiego usuwania ewentualnych awarii. Należy także sprawdzić stan techniczny wszystkich maszyn i urządzeń wchodzących w skład linii technologicznej zbierania i pozbiorowego zagospodarowania ziarna, aby mieć pewność, że w przypadku wystąpienia usterki któregoś urządzenia możliwe będzie w krótkim czasie dokonanie jego naprawy.
– **warunki zbioru**. Zbiór pszenżyta kombajnem można rozpocząć w fazie dojrzałości pełnej, z tym, że początkowo trzeba założyć mniejszą wydajność maszyny i stopniowo ją zwiększać, proporcjonalnie do polepszających się warunków zbioru. Również zmiana wilgotności zboża w ciągu dnia wpływa na wydajność pracy kombajnu, a także na jakość oczyszczenia ziarna. Dlatego, aby nie ograniczać wydajności kombajnu w czasie dnia roboczego, koszenie kombajnem należy rozpoczynać wtedy, kiedy zboże jest suche, tzn. bez rosy i przedłużać czas pracy do godzin wieczornych, aż do momentu ponownego pojawienia się rosy.
– **organizacja odbioru ziarna**. Jednym z czynników mających wpływ na sprawny przebieg zbioru jest właściwa organizacja odbioru ziarna od kombajnu. Należy zapewnić taką liczbę środków transportowych i tak zorganizować ich pracę, aby zapewnić ciągłą pracę maszyny wiodącej w technologii, czyli kombajnu zbożowego. W przypadku konieczności dosuszania zebranego ziarna można założyć inną organizację pracy. Wtedy o wydajności całego procesu zbierania ziarna decyduje wydajność suszarni. Może to oznaczać zmniejszenie wydajności kombajnu i wzrost kosztów zbioru.

Ogólne zalecenia dla pracy kombajnami zbożowymi

Podczas zbioru stojącego łanu kierunek jazdy kombajnu nie ma wpływu na jakość jego pracy. Dużą prędkość roboczą oraz płynny przebieg pracy, a jednocześnie niewielkie straty ziarna można uzyskać wyłącznie poprzez odpowiedni dobór i regulację rozdzielaczy, właściwą regulację ustawienia nagarniacza oraz położenie podajnika ślimakowo-palcowego (Przybył i Sęk 2010; Bieniek 2011).

W przypadku zbioru pszenżyta stosuje się rozdzielacze długie, trójskrzydłowe oraz zwiększa się kąt odchylenia skrzydeł wraz ze wzrostem długości słomy. Nagarniacz cofa się, jego palce ustawiają się w pozycji pionowej lub pod niewielkim kątem odchylają się w kierunku jazdy maszyny. W przypadku gęstego łanu należy jeszcze zwiększyć odległość do 15–20 mm pomiędzy piórami podajnika ślimakowo-palcowego a dnem kadłuba zespołu żniwnego.

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 w tych warunkach zależy głównie od kierunku jazdy kombajnu, regulacji rozdzielacza, jak również od prawidłowego ustawienia parametrów nagarniacza.

Podczas zbioru pszenżyta najlepszym kierunkiem jazdy kombajnu jest kierunek skośny, około 45°, w stosunku do wyłożenia roślin. Niezbędne jest w tym przypadku dokładne ustawienie rozdzielaczy trójskrzydłowych. Zewnętrzne skrzydła powinny być odchylone na zewnątrz, tym bardziej im bardziej pochylone jest zboże do środka zespołu żniwnego, a skrzydła wewnętrzne ustawia się odwrotnie. Natomiast ustawienie skrzydeł górnych nie jest uzależnione od kierunku pochylenia łanu i powinno się zwiększać wraz ze wzrostem długości zbieranych roślin.

Ustawienie nagarniacza jest prawie takie samo, jak w przypadku roślin stojących, a jedyną różnicą jest kąt odchylenia palców nagarniacza, który w tym przypadku wynosi około 15° w kierunku przeciwnym do ruchu maszyny. Jeśli pochylenie łanu w znaczącym stopniu jest wzdłuż rzędów roślin, operator może prowadzić kombajn w kierunku przeciwnym do pochylenia, czyli „pod włos".

Zbiór roślin wyległych. Pszenżyto cechuje skłonność do wylegania. Łan jest wyległy, gdy ma wysokość mniejszą niż 0,7 długości roślin. W przypadku zbioru takiego plonu najbardziej korzystnym kierunkiem jazdy kombajnu jest kierunek prostopadły do wyłożenia. Wysokość koszenia powinna być jak najniższa, natomiast nagarniacz należy wysunąć przed zespół tnący, a jego palce ustawić pod kątem około 30° w kierunku przeciwnym do kierunku jazdy. Należy również zwiększyć prędkość obwodową nagarniacza w stosunku do prędkości ruchu maszyny, w takim stopniu, aby ścięte źdźbła nie były unoszone przez palce nagarniacza.

Do zbioru roślin wyległych można także stosować podnośniki. Wtedy zbiór powinien odbywać się ukośnie do kierunku wyłożenia łanu. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że stosowanie podnośników w łanie zachwaszczonym i podczas zbioru roślin wilgotnych jest nieskuteczne, i może powodować przestoje związane z zapchanym zespołem tnącym.

Zbiór na pochyłościach. Standardowe kombajny zbożowe mogą pracować na stokach o kącie pochylenia do 18%, ale zadowalającą jakość pracy przy bocznych pochyleniach uzyskuje się tylko na pochyłościach do 10%. Większe pochyłości powodują znaczny wzrost strat ziarna w związku z nierównomiernym obciążeniem

powierzchni sit układu czyszczącego. Dlatego 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 w przedniej części podsiewacza i sit ziaren oraz plew.

Organizacja i planowanie pracy przy zbiorze kombajnami

Przy organizacji pracy kombajnu oprócz odpowiedniego przygotowania pola, należy wybrać także właściwy sposób poruszania się kombajnu (Przybył i Sęk 2010; Bieniek 2011). Należy dążyć do zagonowego ruchu kombajnu, równoległego do kierunku uprawy, który pozwala na rozwijanie większej prędkości roboczej. Nie zawsze jednak jest tak, że ruch kombajnu jest zgodny z kierunkiem uprawy. W przypadku zbioru pochylonego lub wyległego łanu należy dostosować kierunek ruchu kombajnu do jego pochylenia (wyległości).

Ruch w okółkę jest dopuszczalny na polach małych i o nieregularnych kształtach, po których nie można poruszać się sposobem zagonowym. Ten sposób ruchu zmniejsza wydajność dzienną kombajnu średnio o 1–1,5 ha, przede wszystkim wskutek dłuższego czasu wykonywania nawrotów. Ruch ten utrudnia również później pracę maszyn do zbioru słomy.

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 wielkością szerokości roboczej kombajnu, a następne dwudziestokrotną (Przybył i Sęk 2010).

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 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, która z reguły występuje w godzinach popołudniowych (Przybył i Sęk 2010).

Odbiór ziarna od kombajnów powinien odbywać się przy zastosowaniu środków przewozowych, które umożliwiają ich szybki wyładunek za pomocą

hydraulicznego przechyłu skrzyni ładunkowej lub przenośnika ślimakowego. Cykliczność wyładunku ziarna ze zbiornika kombajnu zależy od jego wydajności efektywnej i pojemności zbiornika. Dobór liczby i pojemności środków transportowych powinien być taki, aby kombajn mógł pracować bez oczekiwania na środki przewozowe.

W praktyce najczęściej stosowanymi sposobami wyładunku ziarna ze 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 od kombajnu jest utrudnione wykorzystanie pełnej pojemności skrzyń ładunkowych środków przewozowych. Najmniej wydajny jest wyładunek ziarna do przyczep rozmieszczonych na jednym lub obu uwrociach. W przypadku gospodarstw wielkotowarowych lub zbioru usługowego upowszechnia się transport ziarna od kombajnu do stojących na uwrociu pola kontenerów lub samochodów ciężarowych przy pomocy specjalnych przyczep przeładunkowych (Przybył i Sęk 2010).

Skrzynie ładunkowe środków przewozowych 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.

Czynniki warunkujące przechowywanie ziarna

Najważniejszymi czynnikami warunkującymi odpowiednie przechowywanie ziarna zbóż są: czystość, odpowiednia wilgotność, temperatura, ograniczenie dostępu powietrza oraz zabezpieczenie przed mechanicznymi i organicznymi uszkodzeniami (Janowicz 2009; Janowicz 2011; Gaworski 2015). Stworzenie odpowiednich warunków przechowywania zboża zabezpiecza jakość ziarna oraz ogranicza rozwój niepożądanej mikroflory, a zwłaszcza grzybów. Dotyczy to w szczególności mykotoksyn, będących metabolitami wtórnymi grzybów pleśniowych.

O przydatności ziarna do przetwórstwa i przemysłu decyduje ich skład chemiczny. Wartość odżywcza ziarna zbożowego zależy od zawartości skrobi, białka, soli mineralnych oraz witamin z grupy B (Czerwieńska 2010). Według Jasińskiej i Koteckiego (2003) zawartość węglowodanów w pszenżycie jest niższa niż u żyta, ale wyższa niż w pszenicy i jęczmieniu. Natomiast zawartość białka w pszenżycie jest nieznacznie niższa niż w pszenicy.

Ziarno zebrane kombajnem zbożowym cechuje się stosunkowo wysoką temperaturą, sięgającą często powyżej 30°C oraz zanieczyszczeniami w postaci zielonych części roślin, nasion chwastów i słomy, które charakteryzują się większą wilgotnością od samego ziarna. W umowach kontraktacyjnych określa się, że ogólna zawartość zanieczyszczeń nie powinna być większa niż 12%, w tym materiału obcego

3% (Artyszak 2011; Jurga 2014). Zanieczyszczenia zwiększają przede wszystkim wilgotność ziarna i sprzyjają jego samozagrzewaniu, co powoduje nieodwracalne pogorszenie jego jakości. Obecność zanieczyszczeń wymaga wstępnego czyszczenia ziarna. Zastosowanie zabiegu czyszczenia powoduje zmniejszenie wilgotności ziarna nawet o kilka procent (Ryniecki i Szymański 1999).

Zbyt wysoka wilgotność ziarna wywołuje zmiany biochemiczne i mikrobiologiczne, ograniczając czas bezpiecznego składowania. Dlatego też ważnym zabiegiem stosowanym podczas przygotowania ziarna do przechowywania jest jego suszenie. Ziarno pszenżyta jeśli ma być przechowywane ponad 6 miesięcy powinno zawierać maksymalnie 13% wody (Olejarski 2004).

W przechowalnictwie duże znaczenie ma także stopień fizycznego uszkodzenia ziarniaków. Uszkodzone ziarniaki są łatwiej porażane przez grzyby, bakterie, pajęczaki i owady niż ziarna całe. Im większy jest stopień uszkodzenia ziarniaków tym większa jest możliwość psucia się ziarna podczas przechowywania.

Pozbiorowa obróbka ziarna

Zbiór zbóż kombajnami powoduje przeniesienie ciężaru prac z pola do magazynu. Ziarno dowożone do miejsca składowania musi być sprawnie rozładowane, a następnie poddane obróbce pozbiorowej. Czynności te wymagają odpowiedniego zaplecza magazynowego i wyposażenia w środki techniczne. Współczesny magazyn ziarna powinien posiadać możliwość realizacji następujących funkcji technologicznych: przyjęcie ziarna, wstępne czyszczenie, suszenie, chłodzenie, wietrzenie, przechowywanie z kontrolą warunków przechowywania, czyszczenie dokładne, pobieranie, ewentualnie zaprawianie ziarna i ekspedycja (Ryniecki i Szymański 1999).

Magazyny nasienne powinny zapewniać optymalne warunki do przyjmowania określonej 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 organizacją transportu itp. Rezerwa powinna wynosić około 20% w stosunku do maksymalnej wydajności eksploatacyjnej kombajnów. Pojemność kosza rozładunkowego powinna umożliwiać przyjęcie całej zawartości środka transportowego oraz ciągłość rozładunku. Podstawowym celem przedstawionych wymagań jest skrócenie czasu postoju przyczep przy magazynie do niezbędnego minimum, potrzebnego na rozładunek.

Czyszczenie wstępne

Zabieg ten ma na celu oddzielenie zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, jak również pośladów. Czyszczenie wstępne można zrealizować w trzech wariantach, w zależności od wilgotności ziarna:

– wariant I – czyszczenie ziarna wilgotnego w celu oddzielenia zanieczyszczeń lekkich (słoma, plewy, łuski, części kłosów), drobnych (piasek, nasiona chwastów) i dużych (kłosy),
– wariant II – czyszczenie ziarna o wilgotności poniżej 16% w celu oddzielenia zanieczyszczeń lekkich, drobnych, dużych, pośladów i innych,
– wariant III – czyszczenie ziarna wysuszonego w suszarce w celu oddzielenia zanieczyszczeń lekkich, drobnych, pośladów i innych.

Czyszczenie według wariantu I ma na celu oddzielenie przede wszystkim tych zanieczyszczeń, które przez dużą zawartość wilgoci mogłyby stać się przyczyną zmian fizykochemicznych w ziarnie podczas składowania, a przed suszeniem. Ten zabieg czyszczenia zwiększa także efektywność suszenia. W wariancie tym nie można oddzielać pośladów ze względu na konieczną dużą wydajność, z jaką musi odbywać się przyjmowanie i wstępne czyszczenie oraz możliwość dużej dostawy ziarna wilgotnego. Czyszczeniem wstępnym według wariantu I powinna być objęta całość ziarna.

Czyszczenie według wariantu II dotyczy ziarna dostarczonego 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.

Czyszczenie według wariantu III stosuje się w przypadku ziarna wysuszonego w suszarce. Zabiegowi temu poddaje się ziarno po wstępnym oczyszczeniu według wariantu I w stanie wilgotnym, podczas przyjmowania, a więc ziarno, z którego nie był wydzielony poślad.

Czyszczenie według wariantu I przeprowadza się za pomocą wialni wstępnego czyszczenia, a czyszczenie wstępne według wariantu II i III – za pomocą czyszczalni dokładnego czyszczenia (Przybył i Sęk 2010).

Suszenie ziarna

Celem suszenia ziarna jest obniżenie jego wilgotności zwykle do 14%, przy której w odpowiednich warunkach składowania wysuszony produkt może być przechowywany przez dłuższy okres czasu, zachowując zdolność kiełkowania nawet przez 5–15 lat.

Obecnie w rolnictwie stosowane są cztery podstawowe sposoby konserwacji zebranego ziarna, a mianowicie: suszenie gorącym powietrzem, suszenie przez wentylację, chłodzenie, składowanie w gazoszczelnych zbiornikach i konserwowanie środkami chemicznymi. Spośród wymienionych technologii konserwacji ziarna, mających na celu zapobieganie niepożądanym procesom w masie wilgotnego ziarna, prowadzącym często do nieodwracalnych strat ilościowych i jakościowych ziarna, najbardziej rozpowszechnione i najczęściej stosowane w praktyce rolniczej jest suszenie gorącym powietrzem. Intensywność odbierania wilgoci

z suszonego ziarna, poza jego rodzajem, zależy głównie od temperatury i ilości przepływającego strumienia powietrza suszącego (Przybył i Sęk 2010).

W suszarkach wysokotemperaturowych do suszenia ziarna zbóż istnieje duża różnorodność ich rozwiązań konstrukcyjnych. Ze względu na cechy budowy wyróżnia się suszarki kolumnowe (wieżowe), komorowe, bębnowe, tunelowe, podłogowe i taśmowe, a ze względu na rozwiązania konstrukcyjne zabudowy wewnętrznej – daszkowe i żaluzjowe. Natomiast ze względu na kierunek przepływu suszonego ziarna i powietrza suszarki dzieli się na pracujące metodą przepływów zgodnych, przeciwnych i skrzyżowanych.

Ze względu na sposób przemieszczania się suszonego materiału wyróżniamy suszarki grawitacyjne, pneumatyczne, fluidyzacyjne i z przemieszczaniem mechanicznym. Ze względu na sposób pracy wyróżniamy suszarki:

- pracy ciągłej, w których przyjmowanie, suszenie i wyładunek materiału jest prowadzony w sposób ciągły, a ziarno przemieszcza się grawitacyjnie wzdłuż komory suszenia i chłodzenia,
- obiegowe (porcjowe) z systemem recyrkulacyjnym, w których załadowana porcja ziarna jest suszona w sposób ciągły lub okresowo przemieszczana lub mieszana,
- porcjowe, w których cyklicznie jest suszona cała partia ziarna, pozostająca nieruchomo w komorze suszenia.

Suszarki do ziarna i nasion można podzielić także na: stacjonarne i przewoźne. Suszarki stacjonarne montowane są na stałe w jednym miejscu, w pobliżu silosów albo magazynów i są najczęściej włączane w ciąg technologiczny obróbki i przechowywania ziarna. Natomiast suszarki przewoźne można eksploatować w dowolnym miejscu w gospodarstwie, a nawet na polu (Przybył i Sęk 2010).

Czyszczenie dokładne

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

Z czyszczeniem dokładnym 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 ziar-

na w magazynie powinien być rozpatrywany na tle organizacji procesów technologicznych, jak również w powiązaniu ze składowaniem. Ruch ziarna musi być pokierowany w ten sposób, aby najkrótszą drogą, we właściwym czasie i w określonych ilościach można było za pomocą urządzeń mechanicznych lub układów grawitacyjnych 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

Pszenżyto przechowuje się w magazynach płaskich i silosach, przy czym długoterminowe przechowywanie ziarna odbywa się zazwyczaj w silosach. Do głównych czynników warunkujących bezpieczne składowanie ziarna pszenżyta 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 14%.

Konstrukcja silosów wieżowych najlepiej chroni zboże przed zamoknięciem, zniszczeniem, a także przed gryzoniami i ptakami, a szczelinowa podłoga zapewnia równomierny przepływ powietrza przez całą masę ziarna (Gaworski 2011). Dodatkową zaletą silosów wieżowych jest zajmowana przez nie stosunkowo mała powierzchnia, w stosunku do magazynów płaskich, które również stosuje się do przechowywania zbóż. W przypadku przechowywania ziarna w magazynach płaskich należy pamiętać o sypaniu ziarna cienkimi warstwami, a w przypadku przechowywania zboża w magazynach wieżowych o przesypywaniu ziarna, w celu odprowadzenia nadmiernego zawilgocenia i zapobiegania kondensacji pary wodnej na ściankach zbiornika (Jamroz i wsp. 2004). Przed wsypaniem zboża, magazyn powinien być oczyszczony oraz poddany deratyzacji i dezynsekcji celem eliminacji szkodników zbożowych. Pomieszczenia do przechowywania ziarna zbóż, muszą być suche, dobrze izolowane od warunków zewnętrznych, a szczególnie od dostępu wilgoci (Olejarski 2004).

Profesjonalne magazyny powinny być wyposażone w podstawowe urządzenia do właściwej pielęgnacji ziarna, takie jak: wentylatory, nagrzewnice powietrza, odpowiedni system rozprowadzania powietrza w magazynowej warstwie (kanały, perforowane podłogi) oraz urządzenia pomiarowo-kontrolne do monitorowania podstawowych parametrów, takich jak wilgotność i temperatura.

Magazynowanie wilgotnego, niedoczyszczonego oraz ciepłego ziarna lub magazynowanie dobrego ziarna, ale w złych warunkach prowadzi bardzo szybko do dużych strat. Zalecenia dotyczące wyboru metody przechowywania ziarna zbóż i roślin strączkowych, mające na celu właściwe przechowywanie, zgodnie z wybraną metodą oraz wytyczne dotyczące konstrukcji magazynów określa norma PN-ISO 6322-2. Zgodnie z tą normą najlepszą metodą jest przechowywanie zbóż w magazynach komorowych. Inne metody przechowywania stanowią według tej normy wyłącznie alternatywę.

Obecnie na polskim rynku jest wielu producentów silosów do przechowywania nasion zbóż. Przy wyborze silosu warto zwrócić uwagę na takie czynniki, jak: 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 pszenżyta.

14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Bezpieczeństwo i efektywność zabiegów ochrony roślin zależy w dużym stopniu od 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

Środki ochrony roślin mogą stanowić realne zagrożenia dla ekosystemu oraz zdrowia ludzi i zwierząt. Podczas pracy i styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

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

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

Magazyn środków ochrony roślin:

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

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

W magazynie środków ochrony roślin w widocznym miejscu powinny znajdować się:
– wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin lub innych agrochemikaliów,
– instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniająca zasady składowania środków ochrony roślin i agrochemikaliów,
– numery telefonów do najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego oraz ośrodka toksykologicznego.

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

14.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin

W procesie przygotowywania oraz wykonywania zabiegów ochronnych z użyciem środków ochrony roślin istnieje podwyższone ryzyko powstania niepożądanych skutków ubocznych dla ludzi, zwierząt i środowiska. Zagrożenie znacznie wzrasta, gdy czynności przygotowawcze wykonywane są w sposób nieprawidłowy, niezgodny ze wskazaniami zawartymi w etykiecie środka ochrony roślin i przyjętymi zasadami dobrej praktyki ochrony roślin. Użytkownik/operator opryskiwacza w trakcie przygotowywania i wykonywania zabiegu musi być wyposażony w odpowiednią odzież ochronną, zgodnie z zaleceniami etykiety oraz kartę charakterystyki środka. Podstawowym wyposażeniem odzieży ochronnej jest: kombinezon, odpowiednie buty, gumowe rękawice odporne na działanie środków ochrony roślin, okulary i maska chroniąca oczy, układ pokarmowy oraz oddechowy.

W ochronie roślin wybór właściwej techniki ochrony roślin w dużym stopniu wpływa na efektywność i bezpieczeństwo zabiegu oraz minimalizowanie negatywnego wpływu środków chemicznych na środowisko naturalne. **Zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 128/2009/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającą ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, sprzęt wykorzystywany do zabiegów ochrony roślin musi być bezpieczny dla ludzi i środowiska.** Powinien ponadto zagwarantować pełną skuteczność zabiegów ochronnych przez zapewnienie właściwego

działania, umożliwiającego dokładne dozowanie i równomierne rozprowadzanie środków ochrony roślin na chronionej plantacji.

Wybór aparatury do zabiegów

Warunkiem skutecznych i bezpiecznych zabiegów ochrony roślin jest w pełni sprawny, właściwie przygotowany i wyposażony opryskiwacz. W ochronie upraw polowych (np. zbóż) opryskiwacze zawieszane wyposażone w belki polowe o znacznych szerokościach roboczych powodują proporcjonalnie mniejsze uszkodzenia roślin, gdyż zmniejsza się liczba przejazdów roboczych. Z kolei 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.

Opryskiwacze rękawowe z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) mogą być bardzo przydatne do zabiegów przeciw chorobom i szkodnikom w zwartym łanie zbóż. Opryskiwacz rękawowy z PSP może być wyposażony w rozpylacze wytwarzające krople grube i bardzo grube (np. rozpylacze przeciwznoszeniowe i eżektorowe), dzięki czemu zwiększa się wnikanie rozpylonej cieczy w zwarty łan i poprawia się jakość pokrycia cieczą użytkową różnych części roślin. Zaletą opryskiwacza wyposażonego w system PSP jest to, że zabieg ochronny może być wykonywany w optymalnym terminie agrotechnicznym, a więc w takim okresie, gdzie działanie środka ochrony roślin jest najbardziej efektywne.

Do zabiegów wykonywanych w okresie pełnej wegetacji roślin (np. zwartych łanów zbóż) wymagana jest aparatura zabiegowa odpowiednio przygotowana lub zmodernizowana. Najmniejsze straty w plonie zagęszczonych łanów powodują opryskiwacze samojezdne o dużym prześwicie podwozia, wąskich oponach, regulowanej 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 nalistnych z użyciem środków ochrony roślin (np. fungicydów, insektycydów czy też desykantów).

Regulacja opryskiwacza

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

na opryskiwane obiekty (rośliny lub glebę) przy uwzględnieniu właściwości roślin (faza rozwojowa, wielkość, gęstość) w zróżnicowanych warunkach pogodowych. Wykonanie kalibracji opryskiwacza (czyli ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w procesie regulacji) jest warunkiem niezbędnym do ustalenia właściwego dawkowania środka ochrony roślin. W trakcie regulacji opryskiwacza ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają realizację założonej dawki cieczy na hektar dla wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza. Przedawkowanie lub zastosowanie zmniejszonej dawki to czynności nieodwracalne ze wszystkimi następstwami tego faktu. Nieprecyzyjna kalibracja lub jej zaniechanie może być przyczyną uszkodzenia roślin, w wyniku aplikacji niektórych herbicydów.

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

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Przed zabiegiem z użyciem właściwych środków ochrony roślin należy zwrócić uwagę na dobór odpowiednich rozpylaczy do zabiegów opryskiwania w zbożach. Rozpylacze będące na wyposażeniu aparatury opryskującej (opryskiwacze polowe: zawieszane, zaczepiane lub samojezdne) mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co się z tym wiąże, na bezpieczeństwo oraz skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Wybór typu rozpylacza często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czaczyk 2012). W zależności od aktualnych potrzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar. Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin lub też gdy zależy nam na ograniczeniu znoszenia (Kierzek i wsp. 2012). Podział na różne rodzaje

opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala rolnikowi właściwie dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej.

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. 36). 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, czerwony – 04 itd.) (fot. 54).

Tabela 36. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropel (kategoria kroplistości) w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (klasa wielkości kropel uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

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

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

W konwencjonalnych opryskiwaczach polowych w zabiegach ochrony roślin powinno stosować się przede wszystkim rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Rozpylacze płaskostrumieniowe oferowane są w wielu rodzajach i typach: **standard**, **uniwersalny o polepszonej jakości rozpylania** (o rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych), **przeciwznoszeniowy** (inaczej antyznoszeniowy lub niskoznoszeniowy) 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 bar (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa).

Rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania mogą pracować w szerokim zakresie ciśnienia roboczego (1–5 bar) zapewniając uzyskanie większej jednorodności wytwarzanych kropel. Rozpylacze te mogą być stosowane we wszystkich zabiegach ochrony roślin przy normalnych warunkach pogodowych. Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łanu.

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

Rozpylacze **przeciwznoszeniowe** mają najczęściej wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy rozpylającej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel podatnych na znoszenie i odparowanie. Rozpylacze antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów. Nieco gorsze efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem środków o działaniu kontaktowym, dlatego też jeśli nie ma takiej potrzeby to zabiegi z tą grupą preparatów lepiej wykonać przy użyciu rozpylaczy uniwersalnych (standardowych).

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych np. silniejszym wietrze. W zależności od rozmiaru i stosowanego ciśnienia roboczego efekt redukcji znoszenia przy użyciu tego typu

urządzeń rozpylających dochodzi nawet do 75–95%. Rozpylacze ežektorowe 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 ežektorowych uzyskiwano optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) dla ciśnień roboczych w granicach 5–8 bar. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadawalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy osiąga się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 bar.

Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy ežektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy (fot. 55). 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 penetrację łanu.

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

Rozpylacze wykorzystywane do zabiegów ochronnych najczęściej są wykonane z tworzyw sztucznych tzw. polimerów (fot. 56), hartowanej stali nierdzewnej, ceramiki i rzadko mosiądzu. Intensywnie użytkowany opryskiwacz powinien być wyposażony w rozpylacze ze stali nierdzewnej lub ceramiczne (ewentualnie tylko element rozpylający wykonany z ceramiki – fot. 56, żółty rozpylacz w środku), które choć są znacznie droższe, to gwarantują najdłuższy okres użytkowania. Nawet niewielkie uszkodzenie otworu rozpylającego, wskutek nieprawidłowej eksploatacji lub 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. Przy wymianie rozpylaczy (np. wskutek zużycia lub uszkodzenia) należy pamiętać, aby używać zawsze ten sam rozmiar i kolor rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar oraz równomierny rozkład cieczy pod belką polową.

Po wyborze typu i rozmiaru rozpylaczy do odpowiedniego rodzaju zabiegu opryskiwania, kolejnym ważnym działaniem jest właściwy dobór rodzaju filtrów indywidualnych (do ostatniego etapu filtracji cieczy) montowanych w korpusach rozpylaczy. Wybór właściwego typu oraz gęstości siatki filtrów indywidualnych (w mesh – „M") warunkuje bezproblemową pracę rozpylaczy (odpowiedni przepływ i zaplanowany wydatek jednostkowy z rozpylacza) (fot. 57). Rozpylacze

o mniejszych rozmiarach (np. 015, 02, 025), w których intensywność wypływu cieczy dla zalecanego zakresu ciśnień roboczych (np. w zakresie 1–5 bar) nie przekracza 1 l/min powinny być zabezpieczone filtrami o gęstości siatki 80 lub 100 mesh (liczba oczek na cal siatki), natomiast w pozostałych rozpylaczach (o wydatku powyżej 1 l/min) w zupełności wystarczą filtry o gęstości siatki 50 mesh lub mniej.

Kąt strumienia cieczy a wysokość belki polowej

W tradycyjnych opryskiwacza 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 ochrony 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° – 60–70 cm. Dla najbardziej popularnych rozpylaczy o kącie 110° optymalną odległością jest 50 cm. 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.

Dobór dawki cieczy użytkowej

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

W tabeli 37. zamieszczono zakresy zalecanych dawek cieczy użytkowej w ochronie zbóż przed agrofagami podczas stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania i dla opryskiwaczy wykorzystujących PSP (pomocniczy strumień powietrza) dla różnych środków ochrony roślin, mieszanin oraz terminów ich stosowania. Przy stosowaniu tradycyjnej techniki opryskiwania zwiększenie zużycia ilości cieczy użytkowej na hektar, można osiągnąć poprzez stosowanie bardzo małej prędkości roboczej i/lub poprzez wyposażenie opryskiwacza w rozpylacze o większym wydatku jednostkowym. Takie rozwiązanie obniża wydajność pracy i zwiększa ogólny koszt zabiegu (częstsze napełnianie zbiornika). Z kolei producenci nowoczesnych opryskiwaczy, szczególnie wykorzystujących pomocniczy strumień powietrza (PSP), podają często spodziewane korzyści związane

Tabela 37. Dobór rozpylaczy i dawki cieczy użytkowej do polowych zabiegów ochrony roślin (zboża) 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

z oszczędnością zużycia dawek cieczy roboczej i środków ochrony roślin oraz czasu potrzebnego na wykonanie zabiegów ochronnych. Opryskiwacze z PSP z reguły zużywają o 50% mniej wody i są w stanie opryskać w krótszym czasie dużo większą powierzchnię niż tradycyjne.

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 wysokich 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.

Do nalistnego zwalczania chwastów z użyciem standardowej techniki opryskiwania najczęściej stosuje się dawkę 200 l/ha lub mniej. Wykorzystując do zabiegu np. opryskiwacze z PSP dawkę cieczy można zmniejszyć poniżej 100 l/ha, zachowując przy tym pełną skuteczność zabiegu. W zabiegach doglebowych zaleca się wyższe dawki cieczy użytkowej (np. 200–300 l/ha).

Rośliny tworzące zwarty i wysoki łan tworzą trudny do penetracji obszar i stąd też należy je opryskiwać wyższymi dawkami cieczy. Sytuacja taka dotyczy głównie środków o działaniu kontaktowym i powierzchniowym (fungicydy i insektycydy), szczególnie w przypadku tych chorób lub szkodników, których skuteczne zwalczanie wymaga głębokiej penetracji roślin. Podczas zwalczania chorób i szkodników występujących w górnych partiach roślin oraz przy sprzyjających warunkach pogodowych (wiatr do 4 m/s, temperatura 15–25°C, wilgotność względna powietrza powyżej 50–60%) możliwe jest stosowanie rozpylaczy wytwarzających opryskiwanie drobno- lub średniokropliste oraz mniejsze ilości cieczy użytkowej, bliższe dolnym zalecanym dawkom. Większe dawki cieczy należy stosować, gdy zabieg wykonywany jest rozpylaczami grubokroplistymi, gdy wilgotność powierza i gleby jest niska, prędkość wiatru jest bliska 4 m/s, a rośliny stanowią bardzo zwarty i gęsty łan.

W zabiegach dolistnego dokarmiania oraz łącznego stosowania kilku środków chemicznych (np. fungicyd + insektycyd, insektycyd + fungicyd + nawóz dolistny) zaleca się stosowanie zwiększonych dawek cieczy użytkowej (tab. 37). Dysponując odpowiednią aparaturą zabiegową (np. opryskiwacze z PSP) dawkę cieczy można zmniejszyć do 75–100 l/ha, co powinno zagwarantować wystarczającą jakość pokrycia traktowanych roślin.

Sporządzanie cieczy użytkowej

Na każdym etapie postępowania ze środkami ochrony roślin należy stosować właściwą organizację pracy i dostępne środki techniczne, zgodnie z zasadami **dobrej**

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

Przygotowanie cieczy użytkowej musi odbywać się w sposób ograniczający ryzyko skażenia wód powierzchniowych i podziemnych oraz gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. **Proces sporządzania cieczy użytkowej należy przeprowadzać w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych, w przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych** (Dz.U. z dnia 22 maja 2013 r. poz. 625).

W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. 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.

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.

W zabiegach z użyciem kilku agrochemikaliów istotne znaczenie ma kolejność mieszania składników, a także niedopuszczenie do osadzania i rozwarstwienia się poszczególnych komponentów. Mieszaninę przygotowuje się z zachowaniem właściwej kolejności dodawania poszczególnych składników. Najpierw miesza się ciecz z nawozami, a potem dodaje się wstępnie rozcieńczone środki ochrony roślin. Do zbiornika opryskiwacza do połowy napełnionego wodą przy włączonym mieszadle wsypuje się odważoną porcję nawozu (np. mocznik, siarczan

magnezu). Do tak sporządzonego roztworu dodaje się powoli oddzielnie przygotowane roztwory poszczególnych komponentów, przy czym środek ochrony roślin dodaje się jako ostatni element mieszaniny. Należy przy tym przestrzegać kolejności dodawania środków ochrony roślin według ich form użytkowych, tj. najpierw zawiesiny, następnie emulsje, na końcu roztwory. Szczególnie ważne jest, aby wstępnie rozpuszczone roztwory środków ochrony roślin (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.

Warunki wykonywania zabiegów

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.

Przy ustalaniu optymalnego terminu zabiegu należy brać pod uwagę stan fizjologiczny rośliny uprawnej, fazę rozwojową oraz liczebność i nasilenie występowania agrofagów, a także panujące warunki meteorologiczne. Zabiegi wykonane zbyt wcześnie lub zbyt późno mogą nie zapewnić właściwej skuteczności biologicznej, są niecelowe zarówno pod względem spodziewanych efektów ekonomicznych, jak i środowiskowych.

Zgodnie z ustawą o środkach ochrony roślin (z dnia 8 marca 2013 r., art. 35) **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**. Należy zwracać szczególną uwagę na ochronę pszczoły miodnej i innych gatunków zapylaczy. Informacje odnośnie oddziaływania danego środka na pszczoły znajdują się w etykiecie środka ochrony roślin.

W miarę możliwości należy wybierać do zabiegu środki o niskiej toksyczności dla pszczół, a ponadto:

– przed wykonaniem zabiegu należy sprawdzić, czy plantacja jest odwiedzana przez pszczoły np. z powodu obecności na polu kwitnących chwastów lub występowania na roślinach spadzi jako efektu związanego z występowaniem mszyc,

– środki chemiczne należy stosować w godzinach wieczornych, po zakończeniu oblotu pszczół, co umożliwi wyschnięcie kropel cieczy użytkowej przed kolejnym nalotem pszczół,
– jeżeli istnieje potrzeba wykonywania zabiegów w ciągu dnia, należy wybierać godziny wczesnoranne oraz dni chłodniejsze i pochmurne,
– nie należy dopuścić do znoszenia cieczy użytkowej w miejsca, gdzie mogą przebywać pszczoły i inne owady pożyteczne (zadrzewienia śródpolne, miedze, rowy przydrożne).

Bezpieczeństwo i efekt biologiczny zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowane są przebiegiem **warunków atmosferycznych** (Kierzek i wsp. 2010). Duży wpływ na skuteczność działania środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. Opryskiwanie należy wykonywać przy niewielkim wietrze i bezdeszczowej pogodzie oraz umiarkowanej temperaturze i małym nasłonecznieniu. Zabieg opryskiwania wykonywany w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (wysokie temperatury oraz niska wilgotność względna powietrza) może być przyczyną uszkodzeń innych roślin w wyniku znoszenia cieczy użytkowej na obszary nieobjęte zabiegiem, a także może powodować niezamierzone zatrucia wielu pożytecznych gatunków entomofauny, będących często naturalnymi wrogami zwalczanych szkodników.

Temperatura, jak i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy, a co za tym idzie, na końcową efektywność stosowanych środków ochrony roślin. Zalecane temperatury powietrza podczas zabiegów są uwarunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin – takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 38). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy pyretroidów. Najlepiej zabiegi ochronne wykonywać rano lub wieczorem (z uwagi na np. mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie), względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych – panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności powietrza.

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

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru 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 w łanie roślin. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i w razie

konieczności ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

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

Nie należy wykonywać zabiegów opryskiwania bezpośrednio przed deszczem i bezpośrednio po nim, gdy rośliny są mokre oraz w okresie opadania mgły i na rośliny pokryte rosą. Wyjątek mogą stanowić zabiegi doglebowe. W pozostałych przypadkach należy odczekać parę godzin, do momentu obeschnięcia roślin. Skuteczność działania środków ochrony roślin w różnym stopniu zależy od opadów deszczu. W zależności od preparatu (substancja czynna, forma użytkowa) i dodatków substancji powierzchniowo czynnych (np. adiuwanty) opad deszczu (powyżej 2 mm) może wyraźnie zmniejszyć skuteczność środka ochrony roślin, jeśli występuje średnio do 3–6 godzin po zabiegu.

Tabela 38. Graniczne i optymalne warunki meteorologiczne do wykonywania zabiegów ochrony roślin

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

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

Podczas opryskiwania upraw polowych optymalna prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 5–10 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belkę z PSP (pomocniczy strumień powietrza) 8–15 km/h. Niższe prędkości robocze (5–7 km/h) zaleca się podczas opryskiwania upraw zwartych i wyrośniętych oraz przy nierównej powierzchni pola, będącej przyczyną dużych wahań belki polowej.

Posiadacz gruntów lub obiektów, w których wykonywane są 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 i innych agrochemikaliów. 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. zabieg z użyciem herbicydów, regulatorów wzrostu, mieszaniny agrochemikaliów i nawozów). 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) usunięcia resztek cieczy użytkowej z opryskiwacza można dokonać poprzez wypryskanie cieczy użytkowej na polu lub spuszczenie pozostałej cieczy do specjalnych naczyń lub zbiorników. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę, czy do systemu ściekowo-kanalizacyjnego oraz wylewanie w jakimkolwiek innym miejscu uniemożliwiającym jej zebranie lub stwarzającym ryzyko skażenia gleby i wody. Opryskiwacz należy dokładnie umyć, w miejscu do tego przeznaczonym.

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

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

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej:

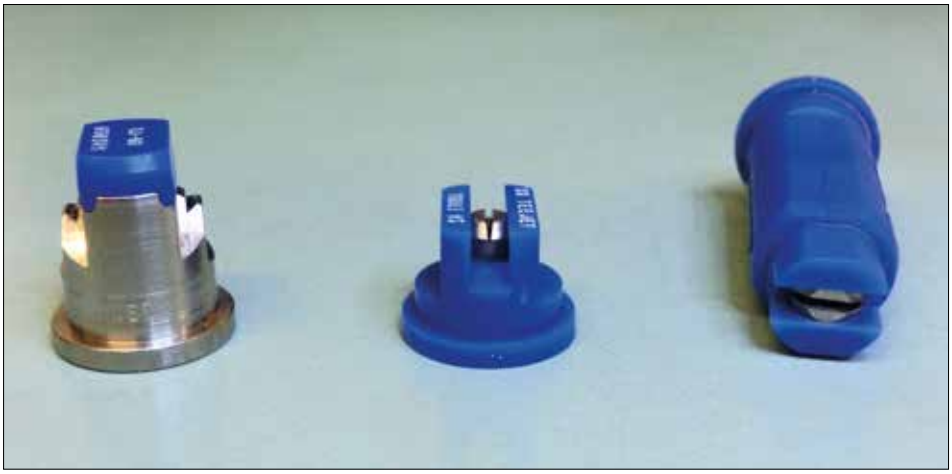
- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest 3-krotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody,
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego,
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i mniejszym ciśnieniem 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 środków ochrony roślin. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

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

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

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

Fot. 54. Zgodnie z normami ISO kolor rozpylacza koduje jego wydajność cieczy w ciągu 1 minuty. Rozpylacze o większym wypływie cieczy wytwarzają krople o większych rozmiarach, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem roboczym. Od lewej rozmiar: 01, 015, 02, 03 i 04 (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 55. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu (rozmiar 03 – niebieski) klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – standardowy rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), średniokroplisty – klasyczny rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz ežektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 56. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

Fot. 57. Filterki indywidulne rozpylaczy (o różnej gęstości siatki – mesh) montowane w korpusach rozpylaczy w standardowych opryskiwaczach polowych (fot. R. Kierzek)

15. FAZY ROZWOJOWE PSZENŻYTA W SKALI BBCH

Skala BBCH jest uniwersalną skalą służąca do określania faz rozwojowych roślin. Opisy rozwoju roślin zostały zastąpione kodami liczbowymi, a arytmetycznie wyższy kod wskazuje na późniejszą fazę wzrostu i rozwoju rośliny. W rozwoju zbóż występuje 10 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.

Okresy pomiędzy fazami, liczba liści oraz wysokość roślin w poszczególnych fazach zależą od indywidualnych cech gatunku, odmiany i innych czynników agroekologicznych. Pierwsze rozkrzewienie pojawia się zwykle, gdy roślina posiada już 3 lub 4 liście. Liczba rozkrzewień jest uwarunkowana czynnikiem genotypowym. Zbóża wytwarzają z reguły około 6 rozkrzewień, a rozkrzewienia pojawiające się już po wytworzeniu 5 liścia na pędzie głównym rzadziej wytwarzają kłosy. Kiedy rozpoczyna się wydłużanie pędu roślina kończy krzewienie, łodyga prostuje się, a pochwy liściowe grubieją. Dla zbóż ozimych strzelanie w źdźbło oznacza przejście rośliny z fazy wegetatywnej w generatywną, o czym świadczy uformowana mikroskopijna struktura kłosa, której zaczątek powstaje już w okresie tworzenia 4, 5 lub 6 liścia. Na tym etapie rozwoju kształtuje się liczba kłosków na kłosie, a tym samym ostateczna wielkość kłosa. W przekroju podłużnym źdźbła głównego widoczny jest mały kłos, który wraz z pojawianiem się kolejnych międzywęźli stopniowo wypychany jest ku szczytowi źdźbła. Liść flagowy pojawia się zwykle, gdy nad powierzchnią gleby znajdują się przynajmniej 3 kolanka. W fazach rozwojowych BBCH 31–33 obserwuje się największą dynamikę wzrostu rośliny. Pojawienie się zawiązków liścia flagowego oznacza zakończenie wydłużania się źdźbła, a roślina wchodzi w fazę kłoszenia. W pochwie liścia flagowego widoczny jest już kwiatostan i ostatecznie kłos.

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

00 Suchy ziarniak
01 Początek pęcznienia, ziarniak miękki typowej wielkości
03 Koniec pęcznienia ziarniaka
05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z ziarniaka
06 Korzeń zarodkowy wzrasta, widoczne włośniki i korzenie boczne

07 Koleoptyl (pochewka liściowa) wydostaje się z ziarniaka
09 Koleoptyl (pochewka liściowa) przebija się przez powierzchnię gleby (pękanie gleby)

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści[1, 2, 3]
10 Z koleoptyla (pochewki liściowej) wydostaje się pierwszy liść (szpilkowanie)
11 Faza pierwszego liścia
12 Faza drugiego liścia
13 Faza trzeciego liścia
14 Faza czwartego liścia
15 Faza piątego liścia
1. Fazy trwają aż do…
19 Faza dziewiątego lub więcej liści

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

Główna faza rozwojowa 3: Strzelanie 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 Pierwsze kolanko co najmniej 1 cm nad węzłem krzewienia
32 Drugie kolanko co najmniej 2 cm nad pierwszym kolankiem
33 Trzecie kolanko co najmniej 2 cm nad drugim kolankiem
3. Fazy trwają aż do …
37 Widoczny liść flagowy, ale jeszcze nierozwinięty
39 Faza liścia flagowego: liść flagowy całkowicie rozwinięty, widoczny języczek (ligula) ostatniego liścia

[1] Liść jest rozwinięty wówczas, gdy widoczny jest jego języczek (ligula) lub szczyt następnego liścia
[2] Krzewienie lub wydłużenie źdźbła może nastąpić wcześniej niż w fazie 13, wówczas opis jest kontynuowany w fazie 21
[3] Jeżeli strzelanie w źdźbło zaczyna się przed końcem krzewienia wówczas opis jest kontynuowany w fazie 30

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
43 Widoczna nabrzmiała pochwa liściowa liścia flagowego
45 Końcowa faza nabrzmiewania pochwy liściowej liścia flagowego, późna faza rozwoju kłosa
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 kłoszenia: wszystkie kłoski wydostają się z pochwy, kłos całkowicie widoczny

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

61 Początek kwitnienia: widoczne pierwsze pylniki
65 Pełnia kwitnienia: wykształconych 50% pylników
69 Koniec kwitnienia: wszystkie kłoski zakończyły kwitnienie, widoczne zaschnięte pylniki

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój ziarniaków

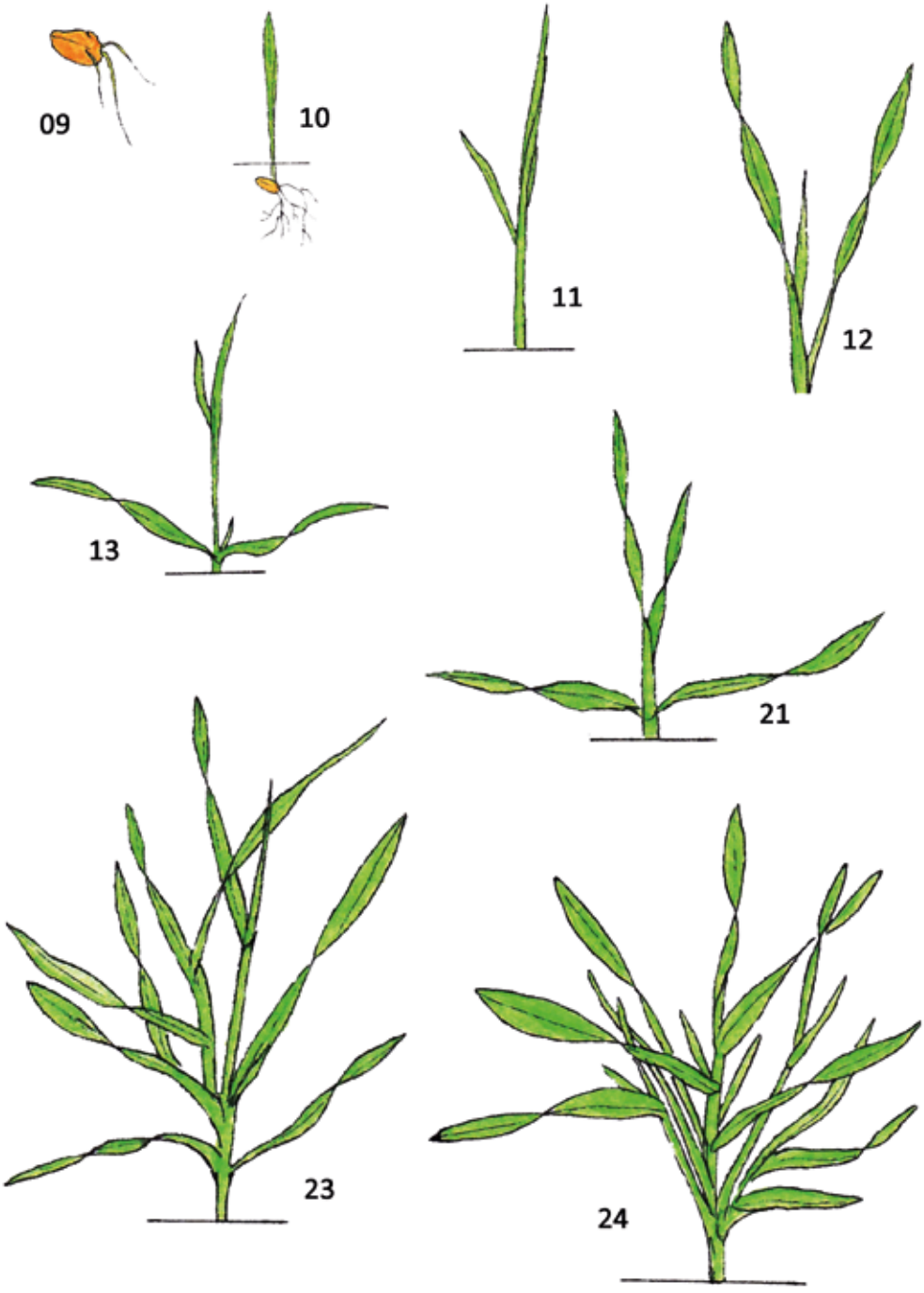
71 Dojrzałość wodna: pierwsze ziarniaki wodniste, osiągają połowę ostatecznej wielkości
73 Początek dojrzałości mlecznej ziarniaków
75 Pełna dojrzałość mleczna: ziarniaki osiągają ostateczną wielkość, źdźbło nadal zielone
77 Dojrzałość późnomleczna ziarniaków

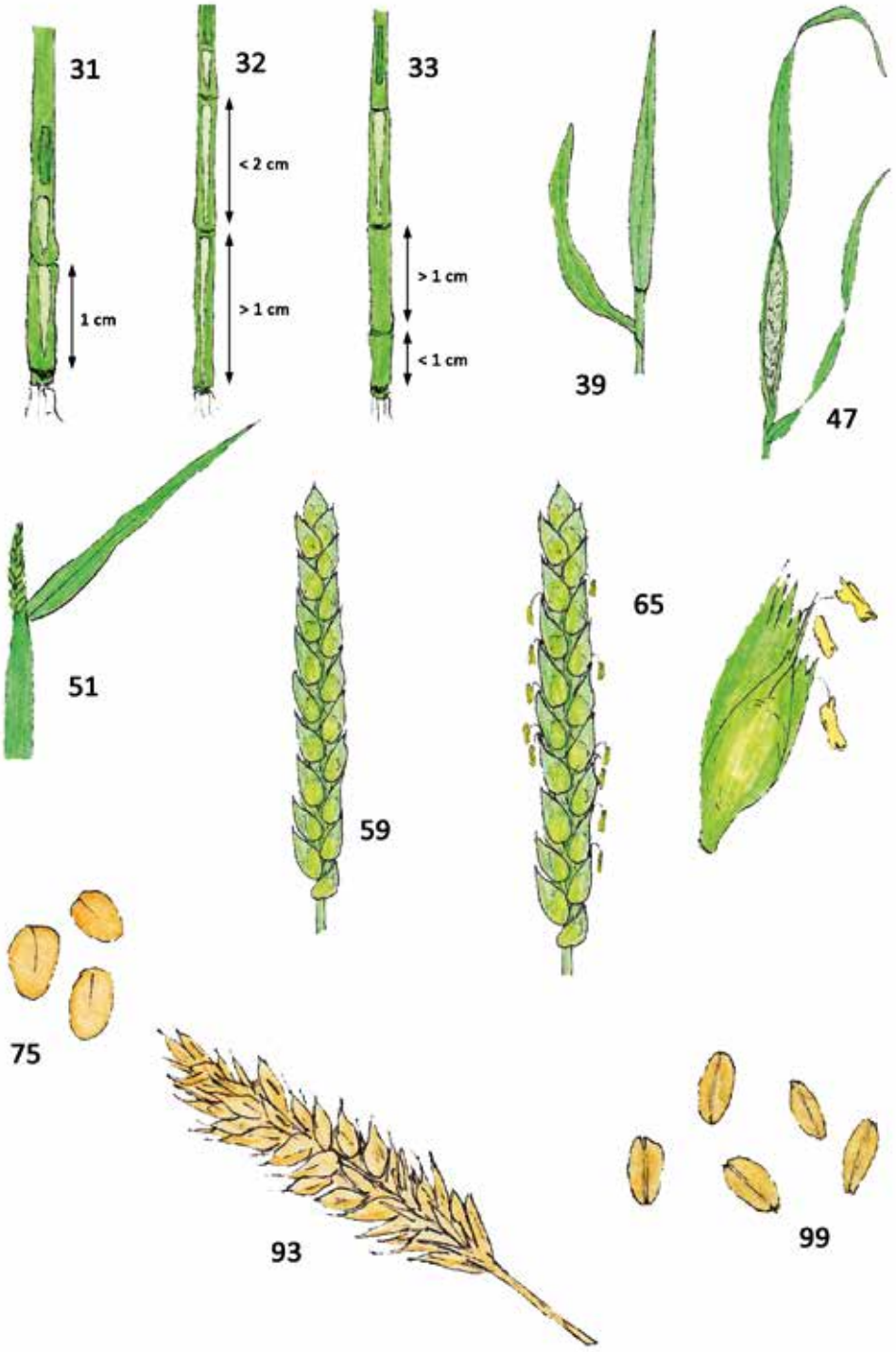
Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie

83 Początek dojrzałości woskowej ziarniaków
85 Dojrzałość woskowa miękka: ziarniaki łatwo rozcierają się między palcami

87 Dojrzałość woskowa twarda: ziarniaki można łatwo łamać paznokciem
89 Dojrzałość pełna: ziarniaki twarde, trudne do podzielenia paznokciem

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


09
10
11
12
13
21
23
24


31
1 cm
32
< 2 cm
> 1 cm
33
> 1 cm
< 1 cm
39
47
51
59
65
75
93
99

16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTA KONTROLNA

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: 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. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obliguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Stosujący środki ochrony roślin może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny aplikacji. Po wykonaniu zabiegu w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności (tab. 39).

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 między innymi 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 weryfikacyjnej (tab. 40).

Tabela 39. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

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

Źródło: Bereś i wsp. (2013)

Tabela 40. Lista weryfikacyjna spełnienia wymagań integrowanej ochrony roślin

I. Działania w celu zapobiegania lub ograniczenia występowania organizmów szkodliwych	**Tak/Nie**	**Nie dotyczy**	**Uwagi**
Stosowanie płodozmianu	❑/❑	❑	
Właściwy termin siewu lub sadzenia	❑/❑	❑	
Agrotechnika uprawy	❑/❑	❑	
Stosowanie odmian odpornych/tolerancyjnych	❑/❑	❑	
Stosowanie materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie zgodnie z przepisami o nasiennictwie	❑/❑	❑	
Mechaniczne zwalczanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Biologiczne zwalczanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Zrównoważone nawożenie, nawadnianie i wapnowanie	❑/❑	❑	
Stosowanie środków higieny (np. czyszczenie i dezynfekcja maszyn, sprzętu itp.)	❑/❑	❑	
Inne, wskazać jakie	❑/❑	❑	
II. Korzystanie z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o zwalczaniu organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Monitorowanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Progi ekonomicznej szkodliwości	❑/❑	❑	
Korzystanie z opracowań naukowych	❑/❑	❑	
Korzystanie z danych meteorologicznych	❑/❑	❑	
Korzystanie z usług doradczych w integrowanej ochronie roślin	❑/❑	❑	
III. Podejmowanie działań w celu minimalizowania zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
Stosowanie selektywnych środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
Ograniczenie liczby zabiegów	❑/❑	❑	
Redukowanie dawek	❑/❑	❑	
Przemienne stosowanie środków ochrony roślin	❑/❑	❑	
IV. Czy w ocenie profesjonalnego użytkownika stosowane działania i metody integrowanej ochrony roślin są efektywne?	❑/❑	❑	

Źródło: PIORiN

Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem realizacji zasad integrowanej ochrony roślin wiąże się wypełnieniem podstawowych wymogów prawnych dotyczących posiadanej dokumentacji, środków ochrony roślin oraz prawidłowości wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin. Poniżej zamieszczone punkty umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikować spełnienie tych wymogów.

Obligatoryjne punkty kontrolne:

- posiadanie przez osobę stosującą środki ochrony roślin, aktualnego na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenia o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin (przy fumigowaniu w zakresie stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji) lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin (lub uprawnień wynikających ze zwolnień w ramach ustawy o środkach ochrony roślin),
- posiadanie dowodów zakupu fabrycznie nowego sprzętu, albo aktualnego protokołu badania technicznego potwierdzającego sprawność techniczną sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin oraz oznaczenia znakiem kontrolnym lub posługiwanie się sprzętem wyłączonym z obowiązku badań,
- posiadanie i prawidłowe prowadzenie dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin,
- stosowanie środków ochrony roślin zgodnie z etykietą, w tym z zachowaniem warunków dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od pasiek i terenów nieużytkowanych rolniczo,
- stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin,
- przechowywanie środków ochrony roślin wyłącznie w oryginalnych opakowaniach,
- przechowywanie środków ochrony roślin w miejscach do tego przeznaczonych zgodnie wymaganiami prawa,
- używanie wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania zezwoleniem/pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa (wpisanych do rejestru środków ochrony roślin),
- używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin,
- prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin,
- przestrzeganie okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami,

– przestrzeganie warunków dotyczących miejsc sporządzania cieczy użytkowej oraz napełniania sprzętu do stosowania środków ochrony roślin,
– przestrzeganie warunków bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin,
– przestrzeganie warunków prawidłowego postępowania z resztkami cieczy użytkowej,
– przestrzeganie wymogów dotyczących miejsc czyszczenia sprzętu do stosowania środków ochrony roślin.

Lista kontrolna Integrowanej Ochrony pszenżyta

Lp.	Pytania kontrolne	Tak/Nie	Komentarz
1.	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	❑/❑	
2.	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami integrowanej ochrony?	❑/❑	
3.	Czy w uprawach jest stosowany zalecany międzyplon?	❑/❑	
4.	Czy w fazie przed siewem danej uprawy producent zapoznał się z historią pola pod kątem występowania chorób, szkodników i chwastów, a także zakresem ochrony w poprzednich sezonach?	❑/❑	
5.	Czy producent stosuje odpowiednie nawożenie po wcześniejszej analizie gleby i/lub roślin?	❑/❑	
6.	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	❑/❑	
7.	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw, szczególnie pod kątem występowania agrofagów i odnotowuje je w notatniku?	❑/❑	
8.	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie jest to możliwe)?	❑/❑	
9.	Czy producent stosuje wyłącznie środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawie zgodnie z zapisami w etykiecie?	❑/❑	
10.	Czy producent stosuje (tam, gdzie jest to możliwe) środki ochrony roślin w sposób przemienny, zapobiegający wykształceniu odporności agrofagów (np. mszyc, chwastów) na niektóre substancje czynne preparatów?	❑/❑	
11.	Czy chemiczne zabiegi ochrony prowadzone są w sposób bezpieczny dla pszczół i innych zapylaczy oraz owadów pożytecznych?	❑/❑	
SUMA PUNKTÓW			

17. LITERATURA

Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych" (E. Matyjaszczyk, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 293 ss.

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

Artyszak A. 2011. Docenić przechowywanie. Nowoczesna Uprawa 7: 17–19.

Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 255 ss.

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

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

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. Wydawnictwo Świat, 200 ss.

Boczek J. 1990. Owady i ludzie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 236 ss.

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

Boczek J. 2001. Człowiek i owady. Fundacja Rozwój Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 199 ss.

Boczek J., Błaszak Cz. 2016. Roztocze (Acari). Znaczenie w życiu i gospodarce człowieka. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 248 ss.

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

Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M. 2009. Effect of various methods of weed control and nitrogen fertilisation on biological value of winter triticale grain protein. Fragmenta Agronomica 26 (2): 16–25.

Budzyński W., Szempliński W. 2003. Pszenżyto. s. 161–195. W: „Szczegółowa uprawa roślin" (Z. Jasińska, A. Kotecki A., red.). Tom 1. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 510 ss.

Buraczyńska D. 2010. Wpływ rodzaju i masy organicznej przedplonu na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (1): 415–417.

Buraczyńska D., Ceglarek F. 2009. Plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od przedplonu. Fragmenta Agronomica 26 (1): 9–18.

Celary W. 2007. Sto lat dla pszczół. Academia 1 (9): 12–15.

Cichy H. 1988. Podstawowe choroby pszenżyta oraz walka z chwastami. Materiały z Konferencji „Pszenżyto w dotychczasowych osiągnięciach hodowlanych i produkcyjnych". Gorzów Wielkopolski, WODR Lubniewice, s. 41–51.

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.

Czarnocki S., Starczewski J., Turska E. 2006. Ocena wybranych technologii uprawy pszenżyta jarego. Fragmenta Agronomica 2 (90): 287–298.

Czerwieńska D. 2010. Wartość odżywcza i wykorzystanie pszenżyta. Przegląd zbożowo-młynarski 54 (1): 9–10.

Czuba R. 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 471 (1): 161–169.

Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. EPPO Bulletin 15 (3): 333–335.

Dmowski Z., Dzieżyc H., Nowak L. 2001. Plonowanie pszenżyta na Dolnym Śląsku w zależności od gleby, odmiany i lat oraz od sumy i rozkładu opadów. Cz. I. Pszenżyto ozime. Fragmenta Agronomica 18 (1): 92–101.

Domańska H. 1980. Chwasty i ich zwalczanie. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 14 ss.

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

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 17 ss.

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.

Fiedorow Z., Gołębniak B., Weber Z. 2004. Choroby roślin rolniczych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 188 ss.

Flaga S. 2002. Pszczoły porobnicowate związane z dziedzictwem kulturowym wsi. Polski Klub Ekologiczny, Kraków, 56 ss.

Fotyma E. 2002. Nawożenie zbóż azotem. s. 210–220. W: „Produkcja i rynek zbóż" (J. Rozbicki, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 335 ss.

Gaworski M. 2011. Oczyścić, wysuszyć i przechowywać. Agrotechnika 6: 12–16.

Gaworski M. 2015. Silosy zbożowe gotowe do sezonu. Agrotechnika 4: 76–79.

Główny Urząd Statystyczny 2018. 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.

Grzebisz W. 2017. Nawożenie – kluczowy element technologii produkcji zbóż ozimych. Zboża wysokiej jakości. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Agro-Serwis, s. 65–73.

Grzebisz W., Diatta J. B., Szczepaniak W. 2013. Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb gruntów ornych. Studia i Raporty Instytutu Uprawy i Nawożenia Gleby – Państwowego Instytutu Badawczego 34 (8): 19–26.

Hagstrum D.W., Flinn P.W. 2014. Modern stored – product insect pest management. Journal of Plant Protection Research 54 (3): 205–210.

Hagstrum D.W., Klejdysz T., Subramanyam B., Nawrot J. 2013. Atlas of Stored--Product Insects and Mites. American Association of Cereal Chemists, 600 ss.

Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Powszechne 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". Poznań, 14–15.11.2012 r.

Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M., Strażyński P. 2018. Szkodniki i owady pożyteczne w integrowanej ochronie roślin. Instytut Uprawy Nawożenia Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 502 ss.

Hruszka M. 2005. Proekologiczne sposoby regulacji zachwaszczenia i ich rola w ochronie plonu pszenżyta ozimego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (2): 712–715.

Idkowiak M., Kordas L. 2005. Uproszczenia w uprawie roli i nawożenia azotem a jakość ziarna pszenżyta ozimego. Pamiętnik Puławski 139: 47–53.

Ignatowicz S. 2007. Monitorowanie szkodników w pomieszczeniach magazynowych. Higiena 2 (2): 15–16.

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

Igras J., Rutkowska A. 2009. Zasady zrównoważonej gospodarki składnikami pokarmowymi na poziomie pola i gospodarstwa. Wieś Jutra 3 (128): 27–32.

Jadczyszyn T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2012. Nawożenie mineralne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych. Instrukcja upowszechnieniowa nr 184, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 24 ss.

Jamroz D., Podkówka W., Chachułowa J. 2004. Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. Tom 3. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 440 ss.

Janowicz L. 2009. Dobrze przechowywać ziarno. Agrotechnika 6: 40–43.

Janowicz L. 2011. Przechowywanie ziarna w magazynie silosowym. Agromechanika 10: 26–27.

Jasińska Z., Kotecki A. 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Tom 1. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 510 ss.

Jaśkiewicz B. 2008. Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany Fidelio. Acta Agrophysica 12 (2): 381–392.

Jaśkiewicz B. 2009. Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. Agricultura Alimentaria Piscaria et Zootechnica. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis 274 (12): 11–18.

Jaśkiewicz B. 2010. Wpływ intensywności ochrony roślin na plonowanie i parametry łanu pszenżyta ozimego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (2): 537–540.

Jaśkiewicz B. 2014. Integrowana uprawa pszenżyta ozimego. Instrukcja. upowszechnieniowa nr 199. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 28 ss.

Jaśkiewicz B. 2016. Yield of some winter triticale cultivars as affected by the tillage system. Acta Scientarum Polonorum, Agricultura 15 (1): 17–27.

Jaśkiewicz B., Brzóska F. 2011. Uprawa pszenżyta jarego. Instrukcja upowszechnieniowa nr 182. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 36 ss.

Jaśkiewicz B., Hołubowicz-Kliza G., Brzózka F. 2009. Uprawa i wykorzystanie pszenżyta ozimego na paszę. Instrukcja upowszechnieniowa nr 145. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 68 ss.

Jaśkiewicz B., Mazurek J. 1997. Wpływ terminu siewu na plonowanie i architekturę łanu trzech odmian pszenżyta ozimego. Zeszyty Naukowe, Rolnictwo 175: 143–149.

Jurga R. 2014. Podstawowe wybrane informacje o przechowywaniu ziarna zbóż. Przegląd Zbożowo-Młynarski 58 (4): 22.

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. 2004. Efektywność zwalczania chwastów w pszenicy jarej z użyciem mechanicznej i chemicznej metody odchwaszczania. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (2): 832–835.

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". Poznań, 12–13.10.2010 r.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2012. Rola techniki i precyzji zabiegów w integrowanych systemach ochrony roślin. s. 152–160. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15.11.2012 r.

Klejdysz T., Ignatowicz S., Kubasik W., Gorzała G., Olejarski P., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbas M., Pruszyński G., Pruszyński S., Goliński P., Waśkiewicz A., Zamojska J., Węgorek P., Dworzańska M. 2017. Metodyka integrowanej ochrony magazynów zbożowych (T. Klejdysz, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 225 ss.

Klejdysz T., Nawrot J. 2010. First record of outdoor occurrence of stored-product coleopterans in arable landscape. Journal of Plant Protection Research 50 (4): 558–560.

Koc J., Domska D. 1993. Plonowanie pszenżyta jarego zależnie od przedplonu i nawożenia. Fragmenta Agronomica 10 (4): 63–64.

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

Korbas M. 2007. 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. 2015. Atlas chorób roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań, 368 ss.

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

Korbas M., Paradowski A., Węgorek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Danielewicz J., Czyczewski M., Dworzańska D. 2017. Vademecum środków ochrony roślin. Poznań, Wydawnictwo Agronom, 676 ss.

Korbas M., Piszczek J., Pieczul K., Danielewicz J., Węgorek P., Zamojska J., Kierzek R., Matysiak K., Buchowska-Ruszkowska M., Olejarski P., Dworzańska D. 2015. Strategia przeciwdziałania odporności grzybów powodujących łamliwość źdźbła zbóż i chwościka buraka na fungicydy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 8 ss.

Kościelniak W., Dreczka M. 2009. Nowoczesna uprawa zbóż. Agencja Promocji Rolnictwa i Agrobiznesu, Poznań, 238 ss.

Kozdrowski R., Dubiel A. 2004. Biologia rozrodu dzika. Medycyna Weterynaryjna 60 (12): 1251–1253.

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2011. Fitopatologia. Tom 2. Choroby roślin uprawnych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 464 ss.

Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 639 ss.

Lada E.H. 2008. Podstawy przetwórstwa spożywczego. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 200 ss.

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

Małecka I. 2006. Produktywność roślin w płodozmianie w zależności od systemów uprawy roli. Fragmenta Agronomica 2 (90): 261–272.

Małecka I., Blecharczyk A. 2002. Reakcja pszenżyta ozimego na systemy uprawy roli. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 228 (91): 81–86.

Michener C.D. 2007. The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, 972 ss.

Miedaner T. (red.). 2018. Management von Pilzkranheiten im Ackerbau. Erkennen, Vorbeugen, Bekampfen. ERLING Verlag GmbH & Co. KG, Clenze, 280 ss.

Mrówczyński M. (red.). 2013a. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom I. Podstawy integrowanej ochrony roślin. 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, 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, Poznań, 368 ss.

Nespiak A., Opyrchałowa J. 1979. Choroby i szkodniki roślin rolniczych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 223 ss.

Nieróbca P. 2002. Uprawa pszenżyta jarego na glebach lekkich. Agrochemia 1: 8–10.

Nieróbca P. 2004. Wpływ nawożenia azotem, terminu siewu i ilości wysiewu na plon i elementy struktury plonu pszenżyta jarego. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 231: 231–235.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. s. 197–198. W: Streszczenia. 55. Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego.

Noworolnik K. 2009. Wpływ wybranych cech jakości gleby na plonowanie pszenżyta ozimego i żyta ozimego. Acta Agrophysica 14 (1): 155–166.

Noworolnik K. 2015. Warunki glebowe a plonowanie zbóż i ich współdziałania z czynnikami agrotechnicznymi. Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego 44 (18): 119–134.

Noworolnik K., Jaśkiewicz B. 2018. Wpływ zróżnicowanych warunków glebowych na plonowanie odmian pszenżyta ozimego. Fragmenta Agronomica 35 (1): 62–71.

Ochal P., Kopiński J. 2017. Wpływ zakwaszenia gleb na środowisko i produkcję roślinną. Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego 53 (7): 9–23.

Olejarski P. 2004. Nie strać plonów podczas ich przechowywania. Poradnik Gospodarski 11: 30–31.

Paradowski A. 2009. Integrowana metoda ograniczenia zachwaszczenia. s. 59–84. W: „Integrowana produkcja pszenicy ozimej i jarej" (M. Korbas, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 168 ss.

Pawlikowski T., Celary W. 2006. Investigations on species resources of bees (Hymenoptera: Apiformes) in Poland during last century. Journal of Apicultural Science 50 (2): 21–32.

Pawlonka Z., Skrzyczyńska J., Ługowska M. 2010. Rozwój *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. w pszenżycie ozimym w warunkach różnej uprawy roli i nawożenia. Fragmenta Agronomica 27 (2): 94–101.

Pidek A. 1999. Następstwa zatrucia pszczół środkami ochrony roślin. Ochrona Roślin 9: 7–9.

Płaza A., Ceglarek F. 2007. Rola międzyplonów w regulacji zachwaszczenia pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po ich zastosowaniu. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (3): 242–245.

Podolska G., Pojmaj M., Nita Z. 2018. Productivity of hybrid Triticale depending on nitrogen fertilization doses, s. 94. W: Abstract Book, XV ESA Congress August 27–31, 2018, Geneva, Switzerland.

Popczyk B. 2016. Zarządzanie populacją dzika Sus scrofa w Polsce. s. 29–45. W: „Zarządzanie populacjami zwierząt". Polski Związek Łowiecki, Warszawa.

Pruszyński G. 2007. Zapobieganie zatruciom pszczół w zabiegach ochrony roślin. Fragmenta Agronomica 4 (96): 120–126.

Pruszyński G. 2008. Zagrożenie zapylaczy w zabiegach ochrony roślin. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 798–803.

Pruszyński G. 2013. Ochrona zapylaczy. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony". Tom I (M. Mrówczyński, red.). Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 154 ss.

Pruszyński G. 2016. Entomofauna pożyteczna i jej ochrona. W: „Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin" (S. Pryszyński, red). Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 148 ss.

Pruszyński G., Skubida P. 2012. Dobra praktyka ochrony roślin. Ochrona zapylaczy podczas stosowania środków ochrony roślin. Ekspertyza Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 46 ss.

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

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

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

Pruszyński S., Wolny S. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 90 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, 251 ss.

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. s. 4, 14. W: „Poradnik". MR INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych, Poznań.

Skubida P. 2007. Zatrucia pszczół, jako czynnik powodujący istotne straty w pszczelarstwie. Pszczelarz Polski 5 (127): 10–12.

Smagacz J. 1997. Średni plon ziarna ze zmianowania przy różnym udziale pszenżyta ozimego w strukturze zasiewów. Zeszyty Naukowe. Akademia Rolnicza w Szczecinie 175 (65): 413–417.

Smagacz J. 2016. Konsekwencje organizacyjne i środowiskowe różnych systemów uprawy. Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego 47 (1): 139–153.

Smagacz J., Dworakowski T. 2004. Porównanie wydajności odmian pszenżyta ozimego z pszenicą ozimą lub żytem w stanowiskach po zbożach. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 231: 179–184.

Smagacz J., Kuś J. 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. Fragmenta Agronomica 27 (4): 119–134.

Starczewski J., Czarnocki S., Wielogórski G. 2006. Wpływ przedsiewnej uprawy roli na architekturę łanu i plonowanie pszenżyta ozimego. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 247 (100): 179–186.

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. Zwalczanie skrzypionek w zbożach. Farmer 5: 68–69.
Strażyński P., Mrówczyński M. 2017b. Mszyce – kosztowne szkodniki zbóż. Farmer 5: 70–73.
Strażyński P., Mrówczyński M. 2017c. Zwalczanie szkodników. Agroserwis 19–20: 19–21.
Strażyński P., Mrówczyński M. 2017d. Jesienne szkodniki zbóż. Wiadomości Rolnicze Polska 10: 4–5.
Sułek A., Podolska G. 2004. Wpływ wielkości nasion na wartość siewna, plonowanie i budowę przestrzenną łanu pszenżyta ozimego. Pamiętnik Puławski 153: 305–315.
Szyszko J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 146 (12): 45–57.
Tarkowski C. (red). 1989. Biologia pszenżyta. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 384 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.
Tymrakiewicz W. 1962. Atlas chwastów. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 368 ss.
Ustawa z dnia 13 października 1995 r. Prawo łowieckie (Dz.U. 1995 r. poz. 713).
Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. 2013 r. poz. 455).
Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy ężektorowych w ochronie upraw polowych. s. 117–124. W: Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin", Poznań 14–15.10.2010 r.
Wesołowski M., Maziarz P. 2010. Zachwaszczenie mieszanek międzyodmianowych pszenżyta jarego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (1): 461–464.
Węgorek P. 2011. Damage caused by game animals and other mammal or bird species in agricultural crops and woodlands - ethological aspect, prevention possibilities. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 72 ss.
Węgorek P., Korbas M., Jajor E., Zamojska J., Bandyk A., Danielewicz J. 2014. Influence of *Capreolus capreolus* L. and *Cervus elaphus* L. feeding simulation on disease incidence rate and winter rape yielding. Fresenius Environmental Bulletin (23) 7a: 1610–1617.

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.

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.

Wojtkowiak K. 2014. Wpływ sposobu nawożenia azotem na jakość ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Część II – Plonowanie i zawartość składników mineralnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 576: 217–226.

www.minrol.gov.pl

Yang J., Hang J., Huang Z., ZHU Q., Wang L. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. Crop Science 40: 1645–1655.

Zając T., Szafrański W., Gierdziewicz M., Pieniek J. 2006. Plonowanie pszenżyta ozimego uprawianego po różnych przedplonach. Fragmenta Agronomica 23 (90): 174–184.

ISBN 978-83-64655-48-7