



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony jęczmienia ozimego i jarego

dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr inż. Joanny Horoszkiewicz-Janka, prof. dr. hab. Marka Korbasa
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 2017

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
Zakład Transferu Wiedzy i Innowacji, ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
tel. 61 964 90 27, e-mail: upowszechnianie@iorpib.poznan.pl, www.ior.poznan.pl

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr inż. Joanny Horoszkiewicz-Janka, prof. dr. hab. Marka Korbasa
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

prof. dr hab. Wiesław Koziara²

dr hab. Katarzyna Panasiewicz²

Autorzy opracowania:

dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka¹

prof. dr hab. Marek Mrówczyński¹

prof. dr hab. Marek Korbas¹

mgr inż. Jakub Danielewicz¹

dr hab. Danuta Leszczyńska⁴

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik⁴

dr inż. Przemysław Strażyński¹

dr Tomasz Klejdysz¹

dr Ewa Jajor¹

dr hab. Roman Kierzek¹

dr hab. Kinga Matysiak¹

inż. Adam Paradowski¹

dr Joanna Zamojska¹

prof. dr hab. Małgorzata Jeżewska¹

prof. dr hab. Danuta Sosnowska¹

dr inż. Grzegorz Pruszyński¹

dr inż. Paweł Olejarski¹

prof. dr hab. Jacek Przybył²

prof. dr hab. Paweł Węgorzek¹

dr inż. Żaneta Fiedler¹

dr hab. Anna Tratwal¹

prof. dr hab. Edward Gacek⁵

dr Grzegorz Gorzała³

inż. Henryk Wachowiak¹

dr hab. Ewa Matyjaszczyk¹

dr Katarzyna Nijak¹

mgr inż. Andrzej Najewski⁵

mgr inż. Joanna Szarzyńska⁵

mgr inż. Andrzej Obst⁶

dr hab. Jacek Piszczek¹

¹Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

³Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

⁴Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

⁵Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

⁶Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Poznań

Autorzy zdjęć:

Jakub Danielewicz, Żaneta Fiedler, Małgorzata Jeżewska, Tomasz Klejdysz, Marek Korbas,
Katarzyna Nijak, Przemysław Strażyński, Marek Tomalak

Korekta redakcyjna:

Hanna Kazikowska

ISBN 978-83-64655-35-7

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

Nakład: 50 egz. Ark. wyd. 10,9

Skład i łamanie: aviory.com Grzegorz Suszczenia, Białystok

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

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP.....	5
2.	PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN.....	6
2.1.	Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin.....	6
2.2.	Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych.....	8
2.3.	Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych.....	14
3.	OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE JĘCZMIENIA.....	16
3.1.	Stanowisko i płodozmian	17
3.2.	Przygotowanie gleby.....	19
3.3.	Zintegrowany system nawożenia	22
3.4.	Rola hodowli w integrowanej ochronie jęczmienia	34
3.5.	Dobór odmian.....	41
3.6.	Siew.....	47
4.	REGULACJA ZACHWASZCZENIA	55
4.1.	Najważniejsze gatunki chwastów	55
4.2.	Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia	56
4.3.	Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia	58
5.	OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB	67
5.1.	Najważniejsze choroby	67
5.2.	Niechemiczne metody ochrony	80
5.3.	Chemiczne metody ochrony.....	86
6.	OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI.....	88
6.1.	Najważniejsze gatunki szkodników.....	88
6.2.	Niechemiczne metody ochrony.....	101
6.3.	Metody określania liczebności i progi szkodliwości	102
6.4.	Chemiczne metody ochrony	104
7.	ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN	105
7.1.	Odporność chwastów na środki ochrony roślin.....	105
7.2.	Odporność szkodników na środki ochrony roślin.....	113
7.3.	Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin.....	115

8. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH.....	119
9. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH	126
10. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY.....	139
11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE.....	141
12. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ PRODUKCJI I OCHRONY ROŚLIN.....	146
13. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PŁONU.....	153
14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN	162
14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin.....	162
14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin.....	163
14.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania	172
15. FAZY ROZWOJOWE JĘCZMIENIA W SKALI BBCH.....	176
16. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI.....	181
17. LITERATURA.....	190

1. WSTĘP

Jęczmień jest wykorzystywany przez człowieka od dawna. Już 10 tysięcy lat temu został udomowiony i do dnia dzisiejszego stanowi ważny składnik w żywieniu ludzi i zwierząt oraz jest cennym surowcem dla przemysłu np. w browarnictwie (Gąsiorowski 1997). Gatunek ten stanowi ważny składnik jarych mieszanek zbożowych. Jęczmień w Polsce uprawiany jest na powierzchni około 1 mln hektarów. W 85–90% uprawiany jest jęczmień jary, natomiast 10–15% powierzchni to odmiany ozime (Główny Urząd Statystyczny 2017). Opracowanie na temat integrowanej ochrony jęczmienia ozimego i jarego jest podstawą dla działania rolników uprawiających tę roślinę z różnym przeznaczeniem. Dzięki wiadomościom zawartym w poszczególnych rozdziałach łatwiej będzie sprostać wymaganiom, które powinny być spełnione w produkcji jęczmienia. W myśl obowiązującego od 2014 roku w Unii Europejskiej rozporządzenia nakazującego uprawę roślin, w tym jęczmienia, z wykorzystaniem systemu integrowanej ochrony, pierwszeństwo w celu ograniczenia liczebności agrofagów mają metody niechemiczne (biologiczna, hodowlana, fizyczna itp.), a gdy okażą się niewystarczające, wówczas można skorzystać z metody chemicznej. Użycie tej ostatniej związane jest z pewnymi warunkami, jak np. użycie środków ochrony roślin na podstawie progów szkodliwości, systemów wspomaganie decyzji lub rozpoznania zagrożenia.

Zakłada się również, że zastosowanie metody chemicznej nie doprowadzi do całkowitego zwalczania agrofagów, lecz będzie ograniczone do takiej wielkości, aby nie powodowała strat o znaczeniu ekonomicznym. Ze względu na odmienne wymagania jęczmienia ozimego oraz jarego przeznaczonych na cele browarniane, uprawę roli i nawożenie w integrowanej produkcji dla tych form opisano w osobnych rozdziałach. Dobór odmian podano z wyraźnym podziałem na typ browarniany i pastewny. Ochrona przed agrofagami w omawianych uprawach jest zbliżona do siebie i nie wymaga odrębnego opisu (te same agrofagi stanowią podobne zagrożenie dla upraw jęczmienia jarego i ozimego). W integrowanej ochronie jęczmienia ważna jest odporność zalecanych odmian na choroby. W niniejszej monografii znaleźć można przykłady odmian o dużej odporności np. na mączniaka prawdziwego. Czytelnicy uzyskają również informacje, jak dobierać odmiany jęczmienia do mieszanek tego samego gatunku i mieszanek międzygatunkowych, w tym zbożowo-bobowatych. Autorzy zwracają uwagę na konieczność stosowania wielu metod w integrowanej ochronie jęczmienia i wskazują, że w tej metodzie konieczna jest ochrona entomofauny pożytecznej na plantacjach jęczmienia.

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 zmniejszyć presję na środowisko naturalne oraz chroni bioróżnorodność środowiska rolniczego.

Zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizowanie ich negatywnego wpływu na rośliny uprawne można osiągnąć lub wspierać między innymi przez: płodozmian; właściwe techniki uprawy (np. zwalczanie chwastów przed siewem lub sadzeniem roślin, przestrzeganie terminu i normy wysiewu, stosowanie wsiewek, uprawę bezorkową i siew bezpośredni); stosowanie w odpowiednich przypadkach 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 przez zastosowanie odpowiednich metod i narzędzi, 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, konkretne-

go obszaru, uprawy i konkretnych warunków pogodowych.

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

Stosowane środki ochrony roślin muszą być jak najbardziej ukierunkowane na osiągnięcie danego celu i powodować jak najmniej skutków ubocznych dla zdrowia ludzi i organizmów niebędących celem zwalczania, a także dla środowiska. Profesjonalny użytkownik powinien ograniczyć stosowanie 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 określoną substancję czynną, a nasilenie występowania organizmów szkodliwych wymaga wielokrotnego stosowania środków w danych uprawach, należy zastosować dostępne strategie przeciwdziałające rozwojowi odporności, by zachować skuteczność tych produktów. Może to obejmować stosowanie wielu pestycydów o różnych mechanizmach działania.

Użytkownik profesjonalny powinien sprawdzać efekty zastosowanych metod ochrony roślin, zapisując przeprowadzone zabiegi z użyciem środków ochrony roślin oraz prowadzić działania monitorujące występowanie organizmów szkodliwych. Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem ekonomicznej szkodliwości. Wybierając środki ochrony roślin, należy brać pod uwagę ich selektywność. Ponadto stosowanie środków ochrony roślin powinno być ograniczone do niezbędnego minimum, szczególnie przez redukcję dawek lub ograniczanie liczby wykonywanych zabiegów.

Dla rozwoju integrowanej ochrony roślin konieczne są także działania wspierające i upowszechniające ten system, szczególnie udostępnianie rolnikom programów wspomagania decyzji, a także odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progi ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin, na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych upraw, obejmujące metody agrotechniczne, biologiczne i chemiczne, ze szczególnym uwzględnieniem wspomagania naturalnych procesów samoregulacji zachodzących w agrocenozach. Większe znaczenie niż w tradycyjnych systemach ochrony roślin przed agrofagami będą miały metody niechemiczne, czyli agrotechniczna i biologiczna. Jednym z elementów wykorzystywanych w integrowanej ochronie roślin jest

prawidłowy płodozmian. Istotna jest też uprawa odmian odpornych i tolerancyjnych oraz wprowadzanie do praktyki rolniczej alternatywnych form uprawy, takich jak siew mieszanek odmian i gatunków, pozwalających na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska rolniczego, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. Metodyki te powinny także wskazywać najefektywniejsze i bezpieczne techniki aplikacji środków ochrony roślin. Będą one także zawierały wskazówki dotyczące doboru i stosowania środków ochrony roślin w taki sposób, który minimalizuje ryzyko powstawania zagrożeń dla zdrowia ludzi oraz środowiska naturalnego.

Zgodnie z art. 14 ust. 2 dyrektywy 2009/128/WE państwa członkowskie Unii Europejskiej ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. Szczególnie zapewniają one profesjonalnym użytkownikom dostęp do informacji i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych oraz podejmowania odpowiednich decyzji.

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

W Polsce od wielu lat 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. 2017 r. poz. 50 ze zm.) użytkownicy profesjonalni zobowiązani są do:

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

Użytkownicy profesjonalni, którzy stosują środki ochrony roślin są zobligowani również do uwzględniania wymogów integrowanej ochrony roślin określonych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami aby ograniczyć stosowanie środków ochrony roślin. 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. Informacje o środkach ochrony roślin posiadających rejestrację zamieszczane są w rejestrze udostępnionym na stronie internetowej Biuletynu Informacji Publicznej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (<https://bip.minrol.gov.pl/Informacje-Branzowe/Produkcja-Roslinna/Ochrona-Roslin>).

Na stronie internetowej Ministerstwa znajdują się również etykiety zarejestrowanych środków ochrony roślin, z którymi każdy zainteresowany może się zapoznać. Natomiast przed aplikacją środka ochrony roślin obowiązkiem każdego użytkownika jest zapoznanie się z etykietą i stosowanie się do jej zapisów.

Zgodnie z ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. 2017 r. poz. 50 ze zm.) do stosowania środków ochrony roślin

przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych konieczne jest posiadanie odpowiednich kwalifikacji. Zabiegi takie mogą być wykonywane przez osoby, które ukończyły szkolenie:

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

Szkolenia uprawniające do stosowania środków ochrony roślin zachowują ważność przez okres 5 lat.

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

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

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

Warunki stosowania środków ochrony roślin zostały określone w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r.

w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin (Dz. U. z 2014 r. poz. 516). Zgodnie z zapisami ww. rozporządzenia środki ochrony roślin na terenie otwartym można stosować przy użyciu:

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

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

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

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

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

W przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych należy zachować odległość, co najmniej 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych. Środki ochrony roślin po ich zakupieniu, jak również pozostałe nieużyte 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, 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), gruntu na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. Niedopuszczalne jest również umożliwienie przedostania się pestycydów do systemów kanalizacyjnych, z wyłączeniem oddzielnej bezodpływowej kanalizacji wyposażonej w szczelny zbiornik ścieków lub w urządzenia służące do ich neutralizacji. Miejsca lub obiekty, w których przechowywane są środki ochrony roślin powinny być położone w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni oraz zbiorników i cieków wodnych chyba, że środki te są przechowywane na utwardzonej nawierzchni z betonu szczelnego lub z innych trwałych materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. Środki ochrony roślin należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, uniemożliwiających dostęp osób trzecich.

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

Pracodawcy natomiast zgodnie z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych na drzwiach zewnętrznych magazynu powinni umieścić napis „MAGAZYN ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN”. Drzwi magazynu oraz drzwi pomieszczeń wewnątrz magazynu muszą

być wyposażone w zamki, które należy zamykać po każdorazowym wyjściu.

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

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

- okna ograniczające oddziaływanie promieni słonecznych,
- instalację elektryczną gąszościzną 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 wyposażać w sprzęt i urządzenia do składowania, przemieszczania i spiętrzania środków ochrony roślin oraz w przyrządy do pomiaru temperatury i wilgotności.

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

- artykułów żywnościowych i leków,
- pasz dla zwierząt,
- nasion i zbóż 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 zastoso-

wano 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).

2.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych

Intensyfikacja produkcji roślin rolniczych oraz stosowanie nawozów sztucznych i środków ochrony roślin niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Wzrost świadomości konsumentów wymusił podjęcie działań w celu produkowania żywności bezpiecznej dla zdrowia z uwzględnieniem ochrony środowiska. Systemem spełniającym te wymagania jest Integrowana Produkcja roślin (IP).

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

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

to uregulowane art. 55–63 ustawy o środkach ochrony roślin.

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

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

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

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE JĘCZMIENIA

Jęczmień ozimy jest wartościowym, ale niedocenianym u nas gatunkiem zboża. W krajach Europy Zachodniej jęczmień ozimy zajmuje znacznie większą powierzchnię uprawy niż forma jara, odwrotnie niż w Polsce. Większą intensywnością produkcji jęczmienia odznaczają się zachodnie, a zwłaszcza południowo-zachodnie regiony Polski, które ze względu na dość wysoki wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej i poziom kultury rolnej są bardziej predestynowane do produkcji ziarna o wysokiej jakości.

Jest to gatunek zboża o specyficznych właściwościach, posiadających wiele zalet, a także wad. Główną jego zaletą jest największa wśród zbóż, odporność na suszę wiosenną, co powinno z czasem nabierać znaczenia w związku z ocieplaniem się klimatu i coraz częstszym występowaniem okresu suszy (w największym stopniu w Polsce dotyczy to Kujaw i Wielkopolski). Sprzyja tej odporności obok mniejszego współczynnika transpiracji, wczesny termin dojrzwania (zbiór w okresie 5–12 lipca). Szybki rozwój roślin i znacznie wcześniejsze od innych zbóż występowanie okresu krytycznego zapotrzebowania na wodę, umożliwia efektywniejsze wykorzystanie pozimowych zapasów wody. Wczesny zbiór jęczmienia usprawnia rozkład prac żniwnych w gospodarstwie i umożliwia lepszą uprawę roli pod roślinę następczą (ważne dla rzepaku ozimego). Jęczmień ozimy wyróżnia się wysokim potencjalnym plonowaniem ze względu na zdolność wytwarzania dużej liczby kłosów na jednostce powierzchni. W latach o łagodniejszych zimach i przy suszach wiosennych, jego plony według GUS i Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych są u nas najwyższe wśród zbóż.

Najważniejszą wadą jęczmienia ozimego jest słaba mrozoodporność, dlatego najbardziej ryzykowna jest uprawa tego zboża w rejonach wschodnich, chociaż w doświadczeniach tam prowadzonych często uzyskuje się zadawalające plony ziarna (ok. 6 t/ha).

Technologia uprawy jęczmienia na cele browarne różni się od technologii jego uprawy na cele pastewne. Pożądaną cechą ziarna pastewnego jest wysoka zawartość białka, odwrotnie jak w przypadku ziarna browarnego, które z kolei powinno charakteryzować się wysoką celnością i wyrównaniem ziarna. Oba wymienione kierunki uprawy jęczmienia różnią się dobozem odmian i zalecanym poziomem nawożenia azotem. Uprawa jęczmienia browarnego wymaga ponadto większej konsekwencji przy stosowaniu optymalnej gęstości siewu, pełnej ochrony roślin, odpowiedniego zbioru i przechowywania ziarna. W porównaniu z jarami browarnymi odmianami jęczmienia, ozime browarne odmiany plonują wyżej o 5–6 dt/ha, ale posiadają niższą jakość browarną ziarna.

Należy stwierdzić, że ozima forma jęczmienia charakteryzuje się specyficznymi wymaganiami siedliskowo-agrotechnicznymi, dotyczącymi warunków klimatycznych, stosunków wodno-powietrznych i pH gleby,

terminu i gęstości siewu. Słaba zimotrwałość, duża wrażliwość na zakwaszenie gleby i niedostatek w niej powietrza, podatność na wyleganie oraz wymagania wcześniejszego siewu od innych gatunków zbóż ozimych powodują konieczność ścisłego przestrzegania zasad uprawy jęczmienia ozimego. Wczesny zbiór z pola jęczmienia ozimego wpływa na lepsze wykorzystanie kombajnu w gospodarstwie i umożliwia przyspieszenie siewu poplonów ścierniskowych, co jest ważne wobec zbyt dużego u nas udziału zbóż w strukturze zasiewów. Wadą jęczmienia ozimego ograniczającą jego uprawę w Europie Wschodniej jest słaba zimotrwałość, stopniowo jednak w pracach hodowlanych zauważalna jest poprawa mrozoodporności wśród nowych odmian. Obserwuje się trend powolnego przesuwania się uprawy jęczmienia ozimego w kierunku wschodnim, co ma związek z postępem hodowlanym w zakresie zimotrwałości odmian. Można więc spodziewać się zwiększenia areału uprawy tego zboża w naszym kraju.

Wysokiemu plonowaniu jęczmienia ozimego sprzyja uzyskanie optymalnej obsady roślin i kłosów na m^2 z dostosowaniem do danych warunków siedliskowych i odmiany oraz ukształtowanie odpowiedniej architektury łanu przy dobrym wyrównaniu pędów kłosonośnych. Dobra kondycja roślin poprawia ich odporność na choroby. Pełne i wyrównane wschody dodatnio wpływające na architekturę łanu i plonowanie jęczmienia można uzyskać poprzez staranne wykonanie uprawy roli oraz dotrzymanie optymalnego terminu i gęstości siewu. Prawidłowa agrotechnika jęczmienia ozimego powinna kompleksowo ujmować wszystkie czynniki decydujące o wysokim jego plonowaniu.

3.1. Stanowisko i płodozmian

Jęczmień ozimy

Jęczmień ozimy ma mniejsze wymagania glebowe niż pszenica, ale większe niż żyto. Z badań dotyczących wymagań siedliskowych jęczmienia ozimego wynika, że najlepsze plony uzyskuje się na glebach żyznych, o dobrej strukturze. Jego uprawę można zalecać na wszystkich kompleksach psennych, żytnim bardzo dobrym i dobrym, przy obojętnym lub lekko kwaśnym (pH 5,5–7,0) odczynie gleby. Najwyższe plony uzyskuje się po rzepaku, roślinach bobowatych i wczesnych ziemniakach. Jednak po dobrych przedplonach w praktyce uprawia się głównie pszenicę ozimą, co jest uzasadnione, gdyż reakcja jęczmienia ozimego na przedplon jest mniejsza niż pszenicy. Badania prowadzone przez Zakład Uprawy Roślin Zbożowych IUNG – PIB w Puławach wykazały, że na dobrych glebach (kompleksy pszenne) jęczmień ozimy wysiewany po pszenicy plonuje o około 5–10%, a na średnich (kompleks żytni bardzo dobry) o około 8–15% niżej niż po roślinach niezbożowych. W przypadku pszenicy ozimej spadek plonu w analogicznym porównaniu wynosi ok. 20%. W związku z tym w gospodarstwach uprawiających więcej zbóż, szczególnie na glebach dobrych, jęczmień ozimy może być wysiewany po pszenicy ozimej.

Na podstawie dużej serii wieloletnich doświadczeń stwierdzono, że jęczmień ozimy uprawiany na glebach kompleksu pszennego dobrego dawał największe plony ziarna (7,9 t/ha, średnio dla badanych odmian), a na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego uzyskano plony o 8% mniejsze. Z kolei na glebach kompleksu żytniego dobrego otrzymano mniejsze plony o 16% w porównaniu z uzyskanymi na kompleksie pszennym dobrym. Reakcja jęczmienia na jakość gleby może zależeć od właściwości odmian. Większa tolerancja wybranych odmian zbóż na pogarszające się warunki glebowe jest związana z reguły z lepiej rozwiniętym systemem korzeniowym, lepszą zdolnością korzeni do pobierania trudno dostępnych składników mineralnych, a także większą odpornością roślin na wyleganie.

Z badań wynika, że reakcja odmian jęczmienia ozimego na uprawę w zróżnicowanych warunkach klas bonitacyjnych gleb była zbliżona do reakcji tych odmian na stopniowo słabsze kompleksy przydatności rolniczej.

Jęczmień jary

W związku ze słabiej rozwiniętym systemem korzeniowym oraz krótkim okresem wegetacji, jęczmień ma dość duże wymagania glebowe, większe od owsa, pszenżyta i żyta. Największe i najpewniejsze plony tego gatunku uzyskuje się na glebach gliniastych lub pylastych. Są to zazwyczaj gleby kompleksów pszennych (bardzo dobrego i dobrego). Mniejsze, ale zadawalające plony można otrzymać również na glebach lżejszych, mających zwięźlejsze podłoże, należących do kompleksu żytniego bardzo dobrego, a także dobrego (pod warunkiem, że gleba znajduje się w wysokiej kulturze, po przedplonie niezbożowym) (Noworolnik 2014a). Na podstawie dużej serii wieloletnich doświadczeń ustalono, że jęczmień jary uprawiany na glebach kompleksu pszennego dobrego plonuje średnio o 10% wyżej niż na kompleksie żytnim bardzo dobrym, o 19% wyżej niż na kompleksie żytnim dobrym i o 32% wyżej niż na kompleksie żytnim słabym. Niższe plony w gorszych warunkach glebowych są częściowo rekompensowane przez wyższą zawartość białka w ziarnie. Jęczmień odznacza się wśród zbóż największą wrażliwością na kwaśny odczyn gleby i powinno się go uprawiać przy pH gleby powyżej 5,5 na glebach lekkich, a powyżej 6,0 na glebach zwięzłych.

Odpowiednie kompleksy glebowo-rolnicze dla uprawy jęczmienia browarnego to – pszenno-dobry i żytni bardzo dobry. Gleby słabsze nie sprzyjają uzyskaniu dobrej wartości browarnej. Na najlepszych glebach (kompleks pszenno-bardzo dobry) jego uprawa może być też ryzykowna ze względu na słabą odporność na wyleganie. Na cele pastewne można uprawiać jęczmień również na glebach słabszych.

Najlepszymi przedplonami dla jęczmienia jarego są przede wszystkim rośliny niezbożowe: okopowe (ziemniak, burak, warzywa), bobowate i rzepak (Kuś 1995). Jednak w praktyce większość tych stanowisk przeznaczona jest dla pszenicy, a jęczmień jary jest uprawiany na części pól po później zbieranych roślinach niezbożowych oraz po zbożach, przeważnie po pszenicy lub pszenży-

cie. Jęczmień browarny ma większe wymagania glebowe i przedplonowe niż pastewny i konsumpcyjny (dla uzyskania dobrej jakości ziarna), uprawia się go na ogół po okopowych, a w przypadku dużego udziału zbóż w płodozmianie (powyżej 70%) także po pszenicy. Nie należy uprawiać jęczmienia po sobie i zbyt często po owsie, z uwagi na możliwość rozmnażania się w glebie szkodliwych nicieni, w tym mątwika zbożowego prowadzącego do dużych obniżek plonu.

Wartość stanowiska po zbożach można częściowo poprawić poprzez uprawę poplonów, głównie z roślin kapustowatych lub ich mieszanek z bobowatymi na przyoranie (Kuś 1995; Wrzesińska i wsp. 2017). Można przyjąć, że udany przyorany poplon zwiększa plon jęczmienia jarego o 5–10%.

3.2. Przygotowanie gleby

Jęczmień ozimy

We współczesnym rolnictwie uprawa roli powinna przyczynić się do osiągnięcia optymalnego zagęszczenia poszczególnych warstw gleby, poprawy struktury gleby, ograniczenia strat wody z gleby, wyeliminowania ujemnych następstw technologii produkcji rośliny przedplonowej, wymieszania z glebą resztek poźniwnych rośliny przedplonowej oraz nawozów naturalnych i organicznych, zwiększenia biologicznej aktywności gleby oraz ograniczenia nasilenia erozji wodnej i wietrznej. Ponadto racjonalna uprawa roli pod jęczmień ozimy w integrowanej produkcji powinna stworzyć korzystne warunki wzrostu i rozwoju roślin przy wykonaniu możliwie ograniczonej liczby zabiegów uprawowych. Zaleca się postępowanie zgodne z zasadą „zabiegów uprawowych należy stosować tak dużo, jak to jest konieczne, a zarazem tak mało jak to jest możliwe”. O sposobie uprawy decydują: warunki glebowe, przebieg pogody, ocena stanu pola po zbiorze przedplonu i wymagań jęczmienia ozimego, okres od zbioru przedplonu do wysiewu jęczmienia ozimego oraz wyposażenie gospodarstwa w sprzęt do uprawy roli i siewu.

Jęczmień ozimy spośród wszystkich zbóż wymaga staranniejszej uprawy roli, jest bardzo wymagający pod względem kultury gleby. Duża wrażliwość na kulturę gleby dotyczy zwłaszcza odczynu i stosunków wodno-powietrznych. Wszystkie uprawki poźniwne i przedsiewne powinny być wykonane starannie w zależności od rośliny przedplonowej i terminowo. Zakres uprawy roli powinien redukować intensywność i częstotliwość uprawy.

Po rzepaku i roślinach zbożowych, głównie pszenicy (najczęściej stosowanych przedplonach w praktyce) należy wykonać podorywkę z bronowaniem, które powinno być powtórzone po wzejściu chwastów. Słoma, która ma być wymieszana z glebą powinna być dobrze rozdrobniona i równomiernie rozprowadzona na powierzchni pola. Uprawę poźniwną najlepiej wykonać używając pługa, grubera lub brony talerzowej. Orkę siewną należy wykonać co najmniej na 2–3 tygodnie przed siewem jęczmienia ozimego, aby umożliwić naturalne wydobranie roli. Na glebach lżejszych okres odleżenia się gleby może być krótszy,

około 10 dni. Po rzepaku orkę wykonuje się na głębokość 16–20 cm, a po roślinie zbożowej na głębokość 25 cm (aby osypane ziarno rośliny przedplonowej zostało umieszczone na głębokości uniemożliwiającej jego wzejście). W przypadku, gdy wcześniej nie wykonano podorywki, orkę siewną najlepiej wykonać pługiem z przedpłużkiem jako tzw. razówkę. Po wczesnych ziemniakach orka może być płytsza, na 12–15 cm. Osiadanie gleby można przyspieszyć stosując zamiast orki agregat uprawowy zawierający wał strunowy. Zalecane jest zastosowanie zestawu składającego się z kultywatora o wąskich łapach i wału strunowego lub ciężkiej brony i wału strunowego. Takim zestawem można przygotować rolę do wykonania siewu w czasie jednego przejścia roboczego. Warto podkreślić, że wał strunowy zagęszcza górną warstwę gleby, dzięki czemu możliwe jest umieszczenie wysiewanego ziarna na jednakową głębokość. W miarę możliwości pożądane jest, aby ciągniki używane do prac wykonywanych w celu przedsięwzięcia przygotowania roli były wyposażone w spulchniacze śladów lub koła bliźniacze. Należy pamiętać, aby zabiegów uprawowych nie rozpoczynać przy zbyt dużej wilgotności gleby, szczególnie na glebach ciężkich i średnich. Takie warunki wilgotnościowe mogą spowodować nadmierne zagęszczenie gleby po śladach kół ciągnika i przyczynić się do osłabienia wschodów i zahamowania wzrostu roślin.

W integrowanej produkcji jęczmienia ozimego stawia się duże wymagania odnośnie przygotowania roli pod zasiew – ozima forma jęczmienia wymaga gleby pulchnej, sprawnej, nieprzesuszonej. Jest to gwarancją szybkich, wyrównanych wschodów, prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego, dobrego przeziimowania roślin, a w rezultacie otrzymania łanu o optymalnym zagęszczeniu roślin i wydania dobrego plonu.

Jęczmień jary

Zadaniem uprawy roli jest stworzenie dobrych warunków dla równomiernych wschodów oraz dla wzrostu i rozwoju roślin jęczmienia, poprzez poprawę stosunków wodno-powietrznych gleby, ograniczenie ilości chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej oraz umożliwienie wymieszania z glebą resztek poźniwnych i nawozów mineralnych, bez obniżenia aktywności pożytecznych mikroorganizmów glebowych (Dzienia i wsp. 2006; Małecka 2006). Jęczmień wyróżnia się wśród zbóż większą wrażliwością na niedostateczne napowietrzenie gleby i wymaga większej jej pulchności. Dlatego uprawa roli pod jęczmień jary powinna być bardzo staranna, szczególnie w przypadku jęczmienia browarnego (Noworolnik 2007b). Jej metody zależą od terminu zbioru przedplonu oraz od rodzaju posiadanych narzędzi uprawowych przez rolnika.

Możliwość uprawy jęczmienia jarego po różnych przedplonach wskazuje na niejednakowe metody uprawy roli. Po przedplonach wcześniej schodzących z pola należy wykonać uprawki poźniwne. Jęczmień pastewny i konsumpcyjny (na kaszę i płatki) jest uprawiany przeważnie po zbożach (głównie po pszenicy, a także po pszenżycie, a na glebach słabszych po owsie), które są zbierane wcześniej, a jęczmień browarny głównie po okopowych. Zdecydo-

wana większość plantacji jęczmienia jarego jest zakładana po przedplonach wcześniej schodzących z pola, co sprawia konieczność uprawy późniejszej.

Pierwszym zabiegiem tradycyjnej uprawy jest podorywka płużna. Jest ona jednak mniej wydajna i bardziej energochłonna w porównaniu z zastosowaniem agregatu uprawowego (kultywator, talerze wyrównujące, wał strunowy), który zaleca się w aspekcie uprawy integrowanej. W przypadku braku agregatu można stosować kultywator ścierniskowy lub talerzówkę. Zabieg ten powinien być wykonany zaraz po zbiorze przedplonu, na głębokość 6–9 cm. Zadaniem jego jest przykrycie ścierniska, przerwanie parowania z gleby, przykrycie osypanych nasion chwastów i zboża przedplonowego w celu pobudzenia ich do kiełkowania oraz wyrównanie i wtórne zagęszczenie gleby (Dzienia i wsp. 2006). Następnym zabiegiem jest bronowanie po wejściu chwastów i samosiewów zbóż w celu ich zniszczenia. Należy je powtarzać po każdym ukazaniu się kolejnych wschodów chwastów.

Alternatywą uprawek późniejszych jest uprawa międzyplonu ścierniskowego (gorczyca biała, rzodkiew oleista, rzepak lub facelia), jeśli zbiór przedplonu nie był zbyt opóźniony i jest odpowiednia wilgotność gleby (Kuś 1995; Wrzesińska i wsp. 2017). W niektórych stanowiskach lepszym rozwiązaniem jest wsiewka poplonowa. Gęsto rosnąca roślina poplonowa zagłuszy samosiewy zbóż i chwastów oraz poprawi biologię gleby. Korzystne jest pozostawienie tej rośliny na zimę (mulcz) i tym samym rezygnacja z orki zimowej.

Po zespole uprawek późniejszych wykonuje się orkę przedzimową (na głębokość 20–25 cm) pozostawiając ją w ostrej skibie. Powoduje ona rozluźnienie roli i zwiększenie porowatości gleby, co sprzyja większemu gromadzeniu wody i lepszemu oddziaływaniu mrozu na tworzenie struktury gruzełkowatej gleby. W rolnictwie integrowanym dużą rolę przypisuje się naturalnej żyzności gleby i jej dużej aktywności biologicznej, dlatego liczbę orok należy ograniczać. Wystarczy jedna orka na trzy lata. W pozostałych dwóch latach orkę należy zastąpić narzędziami głęboko spulchniającymi glebę, bez jej odwracania (ciężkie grubery, głębosz). Głębsze spulchnianie gleby głęboszem na głębokość 40–50 cm wystarczy raz na 4–5 lat.

Pierwszym wczesnym zabiegiem wiosną powinno być bronowanie lub włókowanie (na glebach zwięzłych). Zmniejszają one parowanie wody z gleby i przyspieszają jej ogrzewanie się. Przed siewem zaleca się użycie agregatu uprawowego. Zawarty w nim wał strunowy tworzy zagęszczoną warstwę gleby tuż pod powierzchnią, co umożliwia umieszczenie wysiewanego ziarna na podobnej głębokości i sprzyja wyrównanym wschodom (Małecka 2006). Zastosowanie agregatu jest uzasadnione ekonomicznie (obniżenie kosztów paliwa i robocizny). Nie powinno się uprawiać gleby zbyt wilgotnej. Na glebie zbrylanej istnieje konieczność dwóch przejazdów roboczych lub użycie agregatu aktywnego. Na glebach lekkich uprawki wiosenne powinny być zredukowane do minimum ze względu na możliwość zbytniego przesuszenia gleby. Na glebach ciężkich korzystne jest stosowanie agregatu aktywnego. W przypadku uprawy

kultywatorem (bez agregatu) zaleca się wyposażenie ciągnika w spulchniacze śladów lub koła bliźniacze, aby zmniejszyć ugniatanie gleby.

Prawidłowo wykonana uprawa roli jest ważnym elementem integrowanej produkcji jęczmienia jarego ograniczającym zachwaszczenie. Możliwość uzyskania w takich warunkach optymalnej architektury łanu dodatkowo wpływającej na kondycję roślin sprzyja lepszej odporności jęczmienia na choroby.

Stosowanie konserwującej (bezorkowej) uprawy roli nie jest zalecane dla jęczmienia browarnego i kaszowego, ze względu na możliwość większego zachwaszczenia i porażenia chorobami jęczmienia, ujemnie wpływającego na jakość ziarna. Taka uprawa jest dopuszczalna dla jęczmienia pastewnego, zwłaszcza w gospodarstwach wielkoobszarowych.

Zaletą bezorkowej uprawy roli jest zmniejszenie kosztów uprawy, mniejsze wysuszenie gleby, polepszenie aktywności biologicznej gleby i zapobieganie erozji. Jej wady to – zmniejszenie napowietrzenia i spulchnienia gleby (szczególnie ważnego dla jęczmienia), lepsze warunki dla rozwoju chorób, gryzoni i ślimaków, a także dla wschodów osypanych ziaren zbóż przedplonowych.

3.3. Zintegrowany system nawożenia

Nawożenie w integrowanej produkcji jęczmienia ozimego uwzględnia potrzeby pokarmowe roślin i ma na celu uzyskanie oczekiwanego plonu o dobrej jakości, przy zapewnieniu należytej ochrony środowiska przyrodniczego.

Głównym celem nawożenia jest uzyskanie zadawalających plonów o odpowiedniej jakości oraz utrzymanie odpowiedniego poziomu żyzności gleby. Najważniejszą zasadą, która gwarantuje wysoką efektywność nawożenia i ograniczenie do minimum strat składników nawozowych, jest przygotowanie planu nawożenia. Plan nawożenia polega na prawidłowym rozdziale nawozów naturalnych i mineralnych pod poszczególne rośliny z uwzględnieniem dawek, terminów stosowania, stanu zakwaszenia i zasobności gleby w przyswajalne składniki pokarmowe. Przy obliczaniu dawek nawozów i sporządzaniu planu nawożenia pomocne są komputerowe programy doradztwa nawozowego: NawSald i Plano RS.

Wykorzystanie składników pokarmowych z nawozów zależy w dużym stopniu od techniki i terminów aplikacji. Nawozy azotowe mineralne powinny być stosowane bezpośrednio przed okresem intensywnego wzrostu roślin i pobierania azotu. W miarę możliwości, wskazane jest stosowanie nawozów azotowych w kilku dawkach pogłównie, co zmniejsza ryzyko wymywania składnika w przypadku wystąpienia intensywnych opadów deszczu. Należy jednak pamiętać, że zbyt późno zastosowany azot może opóźnić dojrzewanie. Ponadto istnieje ryzyko, że rośliny nie będą w stanie pobrać całej ilości azotu, który pozostawiony w glebie może ulec wymyciu.

Ozima forma jęczmienia z plonem 1 t ziarna i odpowiednią ilością

słomy pobiera przeciętnie: 23–26 kg azotu (N), 11 kg fosforu (P_2O_5), 22 kg potasu (K_2O), 7 kg wapnia (CaO), 4,5 kg magnezu (MgO), 3,5 kg siarki (S) lub w przeliczeniu na SO_3 – 9 kg oraz 5 g boru (B), 9 g miedzi (Cu), 260 g żelaza (Fe), 70 g manganu (Mn), 0,7 g molibdenu (Mo) i 60 g cynku (Zn). Wykazuje dużą wrażliwość na niedobór miedzi i średnią na niedobór manganu. Niedobór manganu występuje najczęściej w glebie świeżo wapnowanej oraz przy pH gleby powyżej 6,5.

Odpowiednie zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe warunkuje uzyskanie wysokich plonów ziarna jęczmienia. W zintegrowanej technologii uprawy należy uwzględnić składniki pokarmowe ze wszystkich źródeł (gleba, przedplon, nawozy mineralne, nawozy organiczne). Dlatego w odstępach 4–6-letnich niezbędne jest wykonanie analiz zawartości poszczególnych składników w glebie. Ze względu na słabo rozwinięty system korzeniowy i krótki okres wegetacji, jęczmień ma dość duże wymagania pokarmowe i wymaga zbilansowanego nawożenia mineralnego. Reakcja na nawożenie zależy w dużym stopniu od ilości i rozkładu opadów.

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

Pobranie makroelementów [kg]						Pobranie mikroelementów [g]				
N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn
21–23	12	20	9	4	4	7	9	240	0,9	95

Źródło: Jadczyszyn (2000)

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

Potrzeby pokarmowe łąnu oblicza się z algorytmu:

$$U_p = P \times P_j$$

gdzie: U_p – potrzeby pokarmowe łąnu, P – plon (t/ha) plonu głównego wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego i resztek poźniwnych, P_j – pobranie jednostkowe składnika pokarmowego w (kg/t) plonu głównego wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego i resztek poźniwnych.

W obliczaniu potrzeb pokarmowych jęczmienia należy poprawnie oszacować plon główny oraz masę plonu ubocznego. Szacowany plon powinien być średnią z 5 lat z 15% korektą zwiększającą poziom oczekiwanego plonu (Grzebisz 2009).

Jęczmień ozimy

Jęczmień spośród zbóż reaguje największym spadkiem plonu na kwaśny odczyn gleby. Optymalne dla niego pH gleby waha się od 5,5 na piaskach słabo gliniastych do 6,5 na glinach ciężkich. Wapnowanie powinno być wykonane pod roślinę przedplonową.

Nawożenie fosforem

Właściwe zaopatrzenie roślin w fosfor przyspiesza procesy życiowe powodując wcześniejsze dojrzewanie. Pobieranie fosforu przebiega równomiernie, ale z dość znacznym wyprzedzeniem do przyrostu suchej masy rośliny. Nawożenie tym składnikiem powinno być stosowane wyłącznie przedsięwzięcie, bowiem pogłówne staje się nieefektywne. Możliwe jest uzupełnienie tego składnika we wczesnych fazach rozwoju roślin, w formie nawożenia dolistnego, jednak z uwagi na koszt odpowiednich nawozów bywa rzadko praktykowane.

Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu tego składnika występuje: na glebach zakwaszonych, nawożonych niskimi dawkami fosforu, podczas stosowania zbyt wysokich dawek azotu oraz przy niskiej zawartości substancji organicznej – próchnicy.

Wielkość dawek nawozów fosforowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (tab. 2). Nawozy fosforowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych zabieg ten można przesunąć na okres wiosny.

Tabela 2. Dawki fosforu (P_2O_5) w kg/ha

Spodziewany plon	Zawartość fosforu w glebie				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Średni	55–70	42–54	31–40	20–30	–
Wysoki	80–90	56–79	40–55	30–40	20–30

Źródło: Jadczyszyn i wsp. (2012)

Nawożenie potasem

W Polsce około 40% gleb charakteryzuje się bardzo niską i niską zawartością potasu. Największe ubytki z gleby spowodowane są pobieraniem tego składnika przez rośliny, ale duże ilości wymywane są w głąb gleby lub spowodowane erozją czy wiązaniem przez minerały glebowe. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w ten składnik staje się konieczne w czasie stosowania średnich i wysokich dawek azotu. Nawożenie potasem wywiera korzystny wpływ na: odpowiedni rozwój organów zapasowych (zwiększając plon ziarna),

zdrowotność roślin, zaopatrzenie ich w wodę, lepsze przechowywanie produktów roślinnych i znoszenie przez nie transportu oraz poprawę wartości biologicznej białka roślinnego.

Wielkość dawki nawozów potasowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (tab. 3). Nawozy potasowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych zabieg ten można przesunąć na okres wiosny.

Tabela 3. Dawki potasu (K_2O) w kg/ha

Spodziewany plon	Zawartość potasu w glebie				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Średni	71–83	56–70	36–55	20–35	–
Wysoki	85–100	70–84	56–70	34–55	20–33

Źródło: Jadczyszyn i wsp. (2012)

Nawożenie magnezem

W zależności od wielkości plonu, jęczmień pobiera odpowiednią ilość magnezu. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu tego składnika występuje: na glebach piaszczystych, łatwo przepuszczalnych, na glebach zakwaszonych, po zastosowaniu dużych dawek potasu na glebach kwaśnych, po zastosowaniu niskich dawek fosforu oraz po zastosowaniu nawozów azotowych zawierających jony NH_4^+ (siarczanu amonu).

W przypadku niskiej zawartości magnezu w glebie (poniżej 2–3 mg/100 g – gleby lżejsze i 3–5 mg/100 g – gleby cięższe) należy zastosować nawozy magnezowe (kizeryt, kainit, Rolmag lub siarczan magnezu) w dawce 40–60 kg/ha MgO . Jeśli zawartość magnezu w glebie jest duża, to nawożenie nim nie jest konieczne.

Nawożenie azotem

Wielkość dawek nawozów azotowych zależy od szeregu czynników warunkujących wielkość plonu, takich jak: żyzność gleby, przedplon, przebieg pogody w okresie wegetacji roślin, nasilenie występowania chorób i szkodników, a także poziom agrotechniki oraz typ użytkowania ziarna – pastewny czy browarny.

Duże potrzeby nawożenia azotem są na glebach średniej jakości o pH przekraczającym 6, gdy opady zimowe znacznie przekroczyły normę, przedplon nawożony był małą dawką azotu, brakowało roślin bobowatych w zmianowaniu, zastosowano wysoki poziom agrotechniki, optymalny termin siewu oraz pełną ochronę roślin. Małe potrzeby nawożenia azotem są w przeciwnych warunkach.

Dawki azotu do 50 kg/ha można stosować jednorazowo w czasie ruszenia wegetacji roślin wiosną. Wyższe dawki (60–90 kg/ha) pod jęczmień pastewny zaleca się dzielić na dwie: 60% po ruszeniu wegetacji i 40% na początku fazy strzelania w źdźbło lub trzy: 50% przy ruszeniu wegetacji, 35% pod koniec fazy krzewienia i 15% na początku kłoszenia. W warunkach suszy większe efekty przynosi dokarmianie roślin (II i III dawka) nawozami płynnymi, które w razie potrzeby (objawy niedoboru miedzi, manganu) można łączyć z ciekłymi nawozami mikroelementowymi, a także z niektórymi pestycydami.

Azot silnie wpływa na wzrost i plonowanie roślin. Istotne jest też zagadnienie dużego jego wpływu na ilość i jakość białka w ziarnie. Dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża, jak na cele pastewne, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka, ujemnie wpływającej na jakość browarną. Większej zasobności w azot można spodziewać się na glebach zwięzłych (kompleks pszenney bardzo dobry lub dobry) i w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po burakach).

W takich warunkach optymalną dawką jest 30–37 kg N/ha. W stanowisku po pszenicy można zalecać 42–45 kg N/ha na kompleksach pszennych i 48–53 kg N/ha na kompleksie żytnim bardzo dobrym. W przypadku wysokiego plonowania pszenicy (powyżej 6 t/ha) dawki te należy zwiększyć o 10–15%. Dawki azotu pod jęczmień browarny stosuje się w całości przedsięwzięcie.

Jęczmień jary

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. Jęczmień należy do roślin bardzo wrażliwych na kwaśny odczyn, a najlepsze warunki do pobierania większości składników pokarmowych występują przy pH co najmniej 5,5 na glebach lekkich do 6,5 na glebach ciężkich. Dlatego gleby o niższym pH należy zwapnować pod roślinę przedplonową, gdyż wapnowanie pod jęczmień jest nieskuteczne (zbyt krótki czas działania wapna). Dawki wapna zależą od kategorii agronomicznej gleby i pH gleby (Jadczyszyn i wsp. 2010). Na gleby lekkie zalecane są wyłącznie wolnodziałające nawozy węglanowe, natomiast na gleby średnie i ciężkie można stosować szybko działające wapno tlenkowe (Igras i Rutkowska 2009).

Niedobór magnezu przyswajalnego w glebie wpływa na obniżenie zarówno wielkości, jak i jakości plonu ziarna jęczmienia, który ma duże wymagania odnośnie pobierania magnezu. Nawożenie tym składnikiem wpływa na wzrost zawartości w roślinie węglowodanów, tłuszczów i białka. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu magnezu występuje na: glebach piaszczystych, zakwaszonych, po zastosowaniu niskich dawek fosforu i zastosowaniu nawozów azotowych zawierających jony NH_4^+ (siarczanu amonu). Na glebach kwaśnych i ubogich w magnez należy doprowadzić do

właściwego ich odczynu stosując wapno magnezowo-tlenkowe, magnezowo-węglanowe lub dolomit. Gleby o uregulowanym odczynie gleby, ale o niskiej lub bardzo niskiej zasobności w magnez należy nawozić siarczanem magnezu lub innymi nawozami zawierającymi ten pierwiastek, w dawkach 20–40 kg MgO/ha. Niedobory magnezu można uzupełniać dokarmianiem dolistnym. Do dolistnego nawożenia roślin można stosować: 5% roztwór MgSO_4 , 10% roztwór siarczanu magnezowego płynnego lub wieloskładnikowe nawozy dolistne zawierające magnez.

Nawożenie fosforem i potasem

Duże znaczenie w zapewnieniu plonów jęczmienia zbliżonych do potencjalnych, odgrywa odpowiednie odżywienie fosforem i potasem. Fosfor jest pierwiastkiem niezbędnym roślinie w całym okresie wegetacji, a terminem szczególnej wrażliwości na odżywienie fosforem jest okres kwitnienia i dojrzewania. Fosfor stymuluje proces nalewania ziarna, przyczynia się do lepszego osadzania ziarniaków w kłosie oraz poprawia jakość ziarna.

Warunkiem prawidłowego odżywiania roślin jęczmienia potasem jest optymalna zawartość tego składnika w glebie. Odpowiednie zaopatrzenie w potas w okresie intensywnego wzrostu roślin jest podstawowym warunkiem prawidłowego wykształcenia się elementów struktury plonu. Potas wpływa na efektywność wykorzystania azotu przez rośliny. Im rośliny lepiej zaopatrzone są w potas i azot, tym mniej potrzebują azotu do wytworzenia plonu użytkowego. Pierwiastek ten odpowiada za gospodarkę wodną w roślinie. Rośliny słabo odżywione potasem w warunkach suszy zużywają więcej wody na wyprodukowanie jednostki suchej masy.

W porównaniu z innymi roślinami uprawnymi, jęczmień wykazuje dużą wrażliwość na niedobór fosforu i średnią wrażliwość na niedobór potasu w glebie. Wysokość zalecanych pod jęczmień dawek tych składników zależy głównie od zasobności gleby i od przewidywanego plonu, z którym związana jest wielkość ich pobrania. Zasobność gleby zależy od poziomu nawożenia tymi składnikami kolejnych roślin przedplonowych w płodozmianie i ich plonowania. Zawartość fosforu, potasu i magnezu w glebie można oznaczyć na podstawie pobranych próbek gleby w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej. Nawożenie tymi składnikami (tab. 4) należy zastosować pod kultywator. Głębokość wymieszania nawozów z glebą powinna wynosić co najmniej 10 cm.

Ze względów środowiskowych nie należy stosować nawożenia fosforem, jeśli jego zawartość w glebie przekracza 40 mg P_2O_5 na 100 g gleby mineralnej lub 80 mg P_2O_5 na 100 g gleby w glebach węglanowych. Dotyczy to stosowania zarówno w nawozach mineralnych, jak i naturalnych. Nawożenia potasem można zaniechać jeżeli zawartość składnika jest większa niż: 35 mg K_2O /100 g w glebach bardzo lekkich, 40 mg K_2O /100 g w glebach lekkich, 50 mg K_2O /100 g w glebach średnich, 60 mg K_2O /100 g w glebach ciężkich (Jadczyzyn i wsp. 2010).

Tabela 4. Dawki P_2O_5 i K_2O w kg/ha pod jęczmień browarny i pastewny

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

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

Nawożenie azotem

Azot najsilniej ze wszystkich składników pokarmowych wpływa na wzrost i plonowanie jęczmienia oraz zawartość białka w jego ziarnie. Wpływ tego czynnika potwierdzono w wielu pracach (Noworolnik 1998, 2003, 2008, 2010b, 2013a, 2016; Szmigiel i Oleksy 1998; Fotyma 2002; Noworolnik i wsp. 2014). Optymalna wielkość dawki azotu pod jęczmień zależy od potrzeb nawożenia azotem, kompleksu glebowego i spodziewanego poziomu jego plonowania (tab. 5). Bardzo duże potrzeby nawożenia azotem są wówczas, gdy opady zimowe przekroczyły normę, zaś pogoda wiosną jest umiarkowanie sucha i zimna, przedplon nawożono małą dawką azotu oraz gdy istnieje możliwość wysiewu jęczmienia w terminie optymalnym, a także przy stosowaniu wysokiego poziomu agrotechniki. Małe potrzeby nawożenia azotem występują przy małej ilości opadów zimowych, gdy w zmianowaniu brały udział rośliny bobowate lub rośliny nawożone dużymi dawkami obornika, gdy pogoda wiosną jest wilgotna i ciepła oraz przy niższym od optymalnego pH gleby (Noworolnik 2014a). Nawożenie azotem do poziomu 50 kg/ha należy zastosować jednorazowo przed siewem. Natomiast większe dawki powinny być podzielone na dwie części: 60% przed siewem jęczmienia, a resztę na początku fazy strzelania w źdźbło. W stanowisku po bobowatych można zastosować przedsiewnie tylko 30–40% ogólnej dawki N.

Istotne znaczenie dla efektywności nawożenia azotem ma również zdolność danej odmiany do produktywnego wykorzystania tego składnika (Noworolnik 2003). Badania w warunkach kontrolowanych wykazały, że odmiany: Rubinek, Mercada, Rufus, Iron, Raskud i Toucan lepiej wykorzystują duże dawki azotu niż pozostałe porównywane z nimi odmiany (Noworolnik 2013a, 2016).

Tabela 5. Dawki N w kg/ha zalecane dla jęczmienia jarego na cele pastewne i spożywcze

Kompleks glebowo-rolniczy	Potrzeby nawożenia azotem			
	bardzo duże	duże	średnie	małe
Pszenny bardzo dobry Pszenny dobry	70–80*	45–60	45–60	35–45
Żytni bardzo dobry Zbożowo-pastewny mocny	75–85	65–75	50–65	40–50
Pszenny wadliwy Żytni dobry	65–75	60–70	40–55	30–40
Żytni słaby Zbożowo-pastewny słaby	60–70	50–60	35–50	30–35

*większe dawki stosować na glebach w dobrej kulturze

Źródło: Opracowanie własne – IUNG – PIB

Dla jęczmienia browarnego powinno się stosować niższe dawki azotu, aby nie dopuścić do za wysokiej zawartości białka w ziarnie (Bertholdsson 1999; Noworolnik 2014b). W dobrych stanowiskach (po okopowych i oleistych) zaleca się 25–30 kg N/ha, a w gorszych (po zbożach) 35–40 kg/ha.

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

Wielkość drugiej dawki azotu ustala się na podstawie oceny stanu odżywienia roślin azotem za pomocą testów roślinnych. Najstarszym sprawdzonym testem roślinnym jest test azotu ogólnego, polegający na oznaczeniu w laboratorium zawartości azotu ogólnego w całej masie nadziemnej zbóż. Próbkę materiału roślinnego pobiera się w okresie między pełnym krzewieniem a początkiem strzelania w źdźbło. W tabeli 6. przedstawiono możliwość uściślenia drugiej dawki azotu pod zboża na podstawie wyników analizy całej masy nadziemnej roślin (Fotyma 2002).

Tabela 6. Uściślenie drugiej wiosennej dawki pod zboża na podstawie azotu ogólnego w części nadziemnej roślin

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

Źródło: Fotyma (2002)

Wyliczenie ilości nawozów może być korygowane poprzez uściślenie dawek azotu stosowanych w okresie wegetacji jęczmienia za pomocą indeksu zieloności liścia – testu SPAD. Wyznaczenie dawek azotu o ten test wymaga wprowadzenia tzw. okienek kontrolnych w łanie, w których nie stosuje się nawożenia azotem. Wynik testu SPAD porównuje się z wynikiem uzyskanym w okienku. Przed aplikacją drugiej dawki azotu należy dokonać pomiaru na roślinach w okienku oraz na roślinach w pozostałej części łanu. Należy wartość odczytu z części nawożonej podzielić przez wynik uzyskany w okienku. Wartość podporządkowana danemu ilorazowi odpowiada wielkości dawki, jaką należy zastosować w krytycznej fazie rozwojowej zboża (tab. 7) (Fotyma 2000).

Tabela 7. Ilorazy odczytów SPAD i zalecane dawki azotu

Wartości ilorazu SPAD	Zalecane dawki N [kg/ha]
1,3–1,4	0–10
1,2–1,3	20
1,1–1,2	30
1,0–1,1	40

Źródło: Fotyma (2000)

Nawożenie siarką

Rośliny jęczmienia dobrze zaopatrzone w siarkę wykazują większą odporność na suszę. U zbóż niedobór siarki w roślinie hamuje syntezę białek, zakłóca te procesy, prowadząc do powstawania niepożądanych, wolnych amidów, powodujących obniżenie zawartości oraz jakości białka. Siarka wpływa na przemiany azotu oraz białka, a jej brak może powodować wzrost mineralnych (nieprzetworzonych) form azotu w roślinie, na przykład azotanów. Plonotwórcze działanie siarki jest ściśle powiązane z gospodarką azotową rośliny. Rośliny optymalnie zaopatrzone w siarkę intensywniej pobierają azot przez co w konsekwencji zmniejsza się ryzyko wymywania azotanów do głębszych warstw profilu glebowego. Rośliny dobrze zaopatrzone w siarkę efektywniej przetwarzają pobrany azot na plon użytkowy, co ma ogromne znaczenie ekonomiczne, gdyż w tych warunkach zasadne staje się rozważenie możliwości zmniejszenia zalecanych dotychczas dawek nawozów azotowych (Haneklaus i wsp. 2002). Nawożenie siarką powinno być zabiegiem koniecznym na glebach o niskiej zawartości tego składnika (tab. 8). Siarkę stosuje się w postaci nawozów wieloskładnikowych. Decydując się na nawożenie siarką, należy pamiętać, że znaczne ilości tego pierwiastka towarzyszą innym składnikom pokarmowym w nawozach (siarczan amonu – 24% S w formie pierwiastkowej, superfosfat pylisty – 11,5–14%, siarczan potasu – 17%) (Igras i Rutkowska 2009).

Tabela 8. Dawki siarki dla zbóż w zależności od jej zawartości w glebie (kg S/ha)

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

Źródło: Opracowanie własne – IUNG – PIB

Nawożenie mikroelementami

Mikroelementy są składnikami odżywczymi, które w istotny sposób wpływają na pokrycie potrzeb nawozowych rośliny. Właśnie te składniki wpływają często na ograniczenie plonowania roślin, mimo tego, że pobierane są w niewielkich ilościach wynoszących kilka lub kilkaset gramów na 1 ha uprawy. Określenie prawidłowej zawartości mikroelementów w roślinach jest niezmierznie ważnym problemem agrotechnicznym i jakościowym mającym wpływ na plon. Pierwiastki te znacząco oddziałują na przemiany biochemiczne zachodzące w roślinie, a ich optymalna zawartość wpływa na podwyższenie otrzymanego plonu oraz poprawę cech jakościowych plonu. Niektóre mikroelementy dostarczane są do gleby wraz z podstawowymi nawozami mineralnymi oraz nawozami organicznymi. Ilości te nie zapewniają jednak naddatku tych składników, szczególnie przy stosowaniu intensywnej technologii produkcji wraz ze stosowaniem większych dawek NPK. Przy wyższych plonach następuje zwiększone pobieranie mikroelementów przez rośliny aż do wystąpienia ich niedoborowej zawartości w glebie i roślinie. Istnieje więc potrzeba dostarczania mikroelementów w postaci mikroskładników (Czuba 2000; Kocoń 2013). Najbardziej skutecznym sposobem dostarczania deficytowych mikroskładników jest nawożenie dolistne roślin. Na polskim rynku dominują dolistne nawozy wieloskładnikowe, czyli zawierające mikroelementy z dodatkiem niektórych makroelementów, najczęściej N i Mg. Głównymi zaletami tych nawozów jest szybkość działania i wysoki stopień wykorzystania wnoszonych składników. Dokarmianie dolistne roślin mikroelementami jest zabiegiem dodatkowym, wspomagającym wykorzystanie NPK oraz ograniczającym skutki niedoborów mikroelementów w roślinach, wynikających z ich niedostatecznej zawartości w glebie lub utrudnień w ich pobieraniu.

Terminy nawożenia

Nawozy fosforowe i potasowe należy wysiać wczesną wiosną, przed wykonaniem przedsięwziętych zabiegów uprawowych. Zarówno ze względów ekonomicznych, jak i środowiskowych nie zaleca się tych nawozów stosować pod orkę zimową (z wyjątkiem gleb ciężkich). W przypadku niedoboru potasu czy fosforu w roślinie można wykonać dokarmianie dolistne tymi składnikami w okresie wegetacji (Igras i Rutkowska 2009).

Azot odgrywa kluczową rolę w procesach wzrostu i rozwoju roślin uprawnych. Całkowitą dawkę azotu, jaką rolnik planuje zastosować po uwzględnieniu prognozowanej wielkości plonu, należy podzielić na dwie części, aby zmniejszyć ryzyko strat składnika w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych, a w razie potrzeby skorygować przyjęty plan nawożenia azotem. W celu zapewnienia właściwego zaopatrzenia w ten składnik w krytycznych fazach rozwoju roślin całkowitą dawkę należy podzielić według proporcji:

- 50–60% przedsiwennie, która wpływa korzystnie na krzewistość oraz stopień różnicowania się elementów kłosa, a następnie na ich wykształcenie,
- pozostałą część w fazie strzelania w źdźbło, która zapobiega redukcji elementów kłosa i zwiększa powierzchnię asymilacyjną liści.

Nawożenie azotem do poziomu 50 kg/ha stosujemy jednorazowo przed siewem jęczmienia. Natomiast większe dawki powinny być podzielone na dwie części: 60% przed siewem, a resztę na początku fazy strzelania w źdźbło (Majkowski i wsp. 1993; Noworolnik 2014a).

Mikroelementy podaje się doglebowo lub dolistnie – często w połączeniu z innymi nawozami, najczęściej z azotem lub środkami ochrony roślin. Przy ostrych niedoborach mikroskładnika, głównie Cu i Zn, zalecane jest doglebowe nawożenie roślin nawozem z tym składnikiem. Natomiast przy niewielkich niedoborach, zwłaszcza w czasie wegetacji roślin, preferowane z ekonomicznego punktu widzenia, jak i efektywności oraz szybkości działania składnika jest dolistne dokarmianie mikroelementami. Przyjmuje się, że mikroelementy są w ten sposób lepiej wykorzystane przez rośliny w porównaniu z ich doglebową aplikacją. Dolistne dokarmianie zaleca się stosować w sytuacji utrudnionego pobierania składnika z gleby, nawet przy średniej czy wysokiej zasobności w glebie m.in. w czasie suszy, czy przy wysokim pH gleby, gdzie większość mikroelementów jest niedostępna. Nawożenie mikroelementami zalecane jest przy oczekiwanych dużych plonach, w okresie intensywnego wzrostu roślin, kiedy rośliny wykazują zwiększone zapotrzebowanie na składniki pokarmowe (Kocoń 2013). Nawożenie mikroskładnikami najbardziej jest efektywne we wczesnych fazach rozwojowych, najlepiej w fazie krzewienia czy strzelania w źdźbło. Bardzo ważna jest forma nawozów dolistnych. Najlepiej działają te, które są w postaci chelatów, co umożliwia ich lepsze wykorzystanie przez części nadziemne roślin.

Skutki błędów nawozowych

Błędy w nawożeniu roślin obniżają nie tylko plony, ale pogarszają opłacalność nawożenia, mogą obniżać jakość plonu i ujemnie wpływać na środowisko.

Jednym z najpoważniejszych 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 w ogóle, ale także z zastosowania wapna złej jakości.

Innym bardzo ważnym błędem w nawożeniu jęczmienia 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.

Często popełnianym błędem jest stosowanie jednostronnego nawożenia azotem przy niedocenianiu fosforu i potasu. Jest to specjalnie niekorzystne na glebach mało zasobnych o niższej kulturze. Jedynie 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 jęczmienia 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. siarczan 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. Rola hodowli w integrowanej ochronie jęczmienia

Od 2014 roku system integrowanej ochrony roślin powszechnie obowiązuje na obszarze krajów członkowskich Unii Europejskiej (UE), w tym Polski. W ramach integrowanej ochrony roślin przewiduje się zwiększenie znaczenia badań nad chorobami roślin, roli hodowli odpornościowej, bioróżnorodności upraw i strategii pełniejszego wykorzystania odmian odpornych na choroby w warunkach produkcyjnych.

Odmiany odporne na choroby spełniają ważną rolę w uprawie i ochronie roślin uprawnych. W najbliższych latach przewiduje się znaczny wzrost ich znaczenia, nie tylko w kontekście integrowanej ochrony roślin, lecz także biorąc pod uwagę potrzeby wszystkich systemów gospodarowania w rolnictwie. Dzięki badaniom i doświadczeniom odmianowym możliwa jest selekcja odmian przydatnych do integrowanej ochrony roślin w rolnictwie konwencjonalnym oraz odmian dla rolnictwa zrównoważonego i ekologicznego, a więc odmian pozwalających na zmniejszanie nakładów (nawozy, środki ochrony roślin, energia, woda i inne) i wykazujących się odpornością na choroby i inne stresy biotyczne i abiotyczne (zimotrwałość, susze, fluktuacje pogodowe).

Pełniejsze wykorzystanie odmian odpornych na stresy biotyczne i abiotyczne w praktyce produkcyjnej, w tym integrowanej ochronie roślin, wymagać będzie większej niż dotąd współpracy pomiędzy hodowcami roślin, instytucjami badawczymi, jednostkami zajmującymi się doświadczałnictwem odmianowym i rolniczym, a także doradztwem rolniczym.

Odporność odmian roślin uprawnych na choroby

Aktualnie w Polsce badania odmian roślin uprawnych pod względem odporności na choroby i inne stresy prowadzone są głównie w sieci doświadczalnej Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) oraz koordynowanym przez COBORU systemie Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO). W tym unikatowym w UE systemie testowania postępu odmianowego współuczestniczy wiele podmiotów i jednostek zainteresowanych doświadczalnictwem odmianowym (Gacek i Behnke 2013). W badaniach tych, rokrocznie bada się plonowanie i reakcje kilkuset najważniejszych odmian roślin uprawnych na podstawowe choroby, szkodniki i inne stresy, w ponad 100 miejscowościach, we wszystkich rejonach kraju. Wyniki tych badań mają też kluczowe znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania integrowanej ochrony roślin. Na podstawie tych prac można również typować odmiany przydatne do różnych typów gospodarowania w rolnictwie, mając na uwadze koszty produkcji i ochronę środowiska naturalnego (Gacek 2016).

W działaniach na rzecz integrowanej ochrony roślin szczególną rolę odgrywają doświadczenia odmianowe, w kontekście potrzeb integrowanych systemów zwalczania agrofagów oraz prace nad szerszym stosowaniem różnorodnych odmian roślin odpornych na choroby w praktyce rolniczej, wraz

ze wskazaniem sposobów zwiększania trwałości ich odporności w warunkach produkcyjnych. Zaliczyć do nich należy szersze niż dotąd stosowanie przestrzennego różnicowania uprawy odmian odpornych na choroby oraz uprawę różnych typów zasiewów mieszanych. Zwiększenie bioróżnorodności na polach uprawnych można uzyskać poprzez uprawę międzygatunkowych mieszanek zbożowych oraz zbożowo-bobowatych, jak i wewnątrzgatunkowych mieszanek odmianowych (Gacek i Nadziak 2000; Tratwal i Walczak 2010).

Wybrane aspekty hodowli odmian odpornych na choroby

Głównym celem hodowli roślin, w tym zwłaszcza odpornościowej jest wytwarzanie odmian roślin uprawnych, odpornych na choroby i tolerancyjnych na stresy abiotyczne przy jednocześnie wysokim poziomie plonowania.

Warunkiem efektywnej hodowli odpornościowej jest stosowanie wielu różnych, efektywnych genów odporności, a następnie właściwe wykorzystanie odmian odpornych w warunkach produkcyjnych, w celu zapewnienia trwałości ich odporności (Arseniuk 2013).

W prowadzonych obecnie badaniach nad tworzeniem nowych, odpornych odmian wiele ośrodków naukowych i hodowlanych wykorzystuje dwa rodzaje genetycznej odporności na choroby, a mianowicie odporność rasowo-specyficzną (wertikalną, pełną) oraz rasowo-niespecyficzną (horyzontalną, częściową) (Czembor i Gacek 1995).

Odporność rasowo-specyficzna jest efektywna przeciwko niektórym rasom (genotypom) patogena. Zwykle jest ona uwarunkowana przez pojedyncze, główne geny odporności o dużych efektach jednostkowych, tzw. R-geny. Odporność rasowo-specyficzna jest bardzo popularna wśród hodowców z uwagi na jej wyraźną ekspresję genotypową i dużą efektywność w ograniczaniu chorób. Podstawową wadą tej odporności jest to, że podlega ona zjawisku „załamywania się” wynikającego z procesów adaptacyjnych patogenów. Trwałość odporności rasowo specyficznej (R-genów) jest odwrotnie proporcjonalna do powszechności jej stosowania w praktyce produkcyjnej (Czembor i Gacek 1995).

Odporność rasowo niespecyficzna, zwana też częściową, jest uwarunkowana poligenicznie. Poziom jej efektywności zależy od liczby i rodzaju genów obecnych w odmianie, które warunkują określoną odporność oraz od warunków środowiska. Zabezpiecza ona odmianę równocześnie przed wieloma rasami patogenów, stąd wykazuje ona większą trwałość, ale jest mniej efektywna niż odporność wertykalna. Ze względu na jej poligeniczny system dziedziczenia się, nie jest powszechnie stosowana w pracach hodowlanych (Czembor i Gacek 1995).

Przez wiele lat w hodowli odpornościowej wprowadzano do odmian geny odporności na jedną chorobę, a nawet na pojedyncze rasy patogenów. Otrzymywano w ten sposób odmiany o dużej odporności na jednego patogena, lecz podatne na inne. W ostatnich latach w placówkach naukowych i hodowla-

nich pracuje się nad uzyskaniem zróżnicowanych genetycznie materiałów wyjściowych cechujących się odpornością kompleksową na kilka patogenów i różnych ich ras (Czembor i Gacek 1995; Arseniuk 2013).

Ponadto zwraca się szczególną uwagę na wykorzystanie różnorodności genetycznej materiałów wyjściowych w programach hodowlanych. W trakcie hodowli odpornościowej dąży się do jednoczesnego stosowania wielu źródeł odporności rasowo-specyficznej z różnymi genami głównymi, wprowadzenia kilku genów głównych do poszczególnych odmian, wprowadzenia głównych genów odporności do odmian z podwyższonym poziomem odporności częściowej, podniesienia ogólnego poziomu odporności częściowej u odmian z odpornością rasowo-specyficzną (pełną) oraz wykorzystania odmian tolerancyjnych (Arseniuk 2013).

W ostatnim dziesięcioleciu w wielu ośrodkach naukowych i hodowlanych, mając na względzie potrzeby pro-ekologicznych i niskonakładowych systemów gospodarowania w rolnictwie, dużego znaczenia nabrały prace ukierunkowane na tworzenie złożonych populacji krzyżówkowych (composite cross populations) w najważniejszych gatunkach zbóż. Wynikiem takich modyfikacji hodowlanych są złożone populacje mieszańcowe roślin uprawnych, o dużej zmienności cech agronomicznych, użytkowych i jednocześnie odpornych na choroby i stresy abiotyczne (Philips i Wolfe 2005). Podstawowym celem takich modyfikacji hodowli odpornościowej jest wytworzenie i uprawa heterogenicznych materiałów roślinnych w celu poprawy zdrowotności oraz wysokości i stabilności plonowania najważniejszych gatunków zbóż, w tym jęczmienia.

Sposoby zwiększania efektywności i trwałości odporności odmian na choroby w warunkach produkcyjnych

Zwiększanie efektywności i trwałości odporności odmian roślin uprawnych na choroby w warunkach produkcyjnych, można uzyskać poprzez jej różnicowanie w czasie i przestrzeni na tyle, na ile pozwalają warunki współczesnego rolnictwa (Wolfe 1990; Gacek i Nadziak 2000; Arseniuk 2013).

Warunkiem efektywnej hodowli odpornościowej jest stosowanie wielu różnych, efektywnych genów odporności w nowych odmianach, a następnie właściwe wykorzystanie tych odmian w warunkach produkcyjnych, w celu zapewnienia trwałości ich odporności. Racjonalne wykorzystanie odporności na choroby w hodowli i uprawie roślin uprawnych ma na celu zapobieganie zjawisku „załamywania się” odporności w praktyce rolniczej. W praktyce polega to na maksymalnym różnicowaniu odporności w czasie (odrębne typy odporności u form jarych i ozimych) i przestrzeni (uprawa odmian z odrębnymi typami odporności na choroby na polach sąsiadujących ze sobą) oraz w obrębie łanu (uprawa mieszanek odmian zbóż, uprawa mieszanek międzygatunkowych zbóż, uprawa innych typów mieszanek) (Wolfe 1990; Rudnicki 1994; Gacek i wsp. 1996; Noworolnik i Leszczyńska 2000; Michalski i wsp.

2004; Leszczyńska 2008; Leszczyńska i wsp. 208; Szempliński i Budzyński 2011). Efektywność hodowli odpornościowej zależy od właściwego doboru źródeł odporności na patogeny, w zależności od struktury ich populacji, występującej w danym rejonie lub na obszarze całego kraju, a następnie przestrzegania zasad zachowania trwałości odporności odmian, podczas ich uprawy.

Znaczenie bioróżnorodnych zasiewów mieszanych w integrowanej ochronie roślin

Uprawa roślin w zasiewach mieszanych przyczynia się do zwiększenia bioróżnorodności na polach uprawnych. Dzięki temu zróżnicowaniu upraw następuje lepsze wykorzystanie zasobów środowiska i uruchomienie biologicznych mechanizmów regulacji nasilenia występowania chorób w łanie (Wolfe 1990; Finckh i wsp. 2000; Michalski i wsp. 2004; Gacek 2010).

Duże areale pojedynczych odmian (monokultury odmianowe) z pokrewnymi bądź identycznymi typami genetycznej odporności na choroby, sprzyjają szybkiemu rozprzestrzenianiu się pojedynczych ras fizjologicznych patogenów. Proces adaptacji patogenów roślin do odmian uprawnych przebiega tym szybciej im większy areal zajmują one w produkcji. Skutkiem tego są często występujące przypadki „załamywania” się odporności odmian, coraz groźniejsze epifitozy, niewierność plonowania, a co za tym idzie ich przedwczesne wycofywanie z produkcji (Allard i Adams 1969; Gacek i wsp. 1996). Sposobem różnicowania i jednocześnie zwiększania trwałości odporności genetycznej odmian w warunkach produkcyjnych jest ich uprawa w rozmaitych typach zasiewów mieszanych i zwiększenie bioróżnorodności na polach uprawnych.

Mechanizmy redukcji chorób występujące w bioróżnorodnych zasiewach mieszanych

W przeciwieństwie do monokultur odmianowych w genetycznie zróżnicowanych zasiewach mieszanych funkcjonują rozmaite biologiczne (genetyczno-epidemiologiczne) mechanizmy redukcji chorób (Allard i Adams 1969; Wolfe 1990; Finckh i Mundt 1992; Czembor i Gacek 1995; Tratwal i wsp. 2007; Tratwal i Walczak 2010).

Do najważniejszych z nich zaliczamy:

- zmniejszenie ilości tkanki podatnej na jednostce powierzchni łanu,
- działanie roślin odpornych jako „barier” fizycznych dla części awirulentnego materiału zakaźnego,
- zjawisko indukowanej odporności (immunizacji biologicznej),
- efekty wynikające z istnienia dwóch poziomów odporności genetycznej (odporność R-genów + różne tła genetyczne odmian w siewie mieszanym),
- istnienie różnic w poziomach odporności częściowej odmian w siewie mieszanym,

- efekty epidemiologiczne wynikające ze zjawisk auto- i alloinfekcji w łanie siewu mieszanego,
- interakcje pomiędzy zjawiskami chorobowymi (epidemicznymi) a czynnikami ekologicznymi – „pozachorobowymi” (zjawiska komplementacji, kompensacji, konkurencyjności, agresywności, tolerancji).

Zmniejszona efektywność materiału zakaźnego w rozwoju epidemii chorób w zróżnicowanym łanie siewu mieszanego wynika m.in. stąd, że zarodniki wytwarzane na roślinach jednej z kilku odmian występujących w mieszankach, nie są w stanie, dzięki barierom genetycznym zainfekować roślin innych odmian w łanie.

Dostępność tkanki podatnej dla wtórnych infekcji w mieszankach jest również zmniejszona, ponieważ na każdej jednostce powierzchni mieszanki rosną obok siebie rośliny różnych odmian, o odmiennym typie odporności genetycznej. Materiał zakaźny wytwarzany na którejkolwiek z nich w ograniczonym stopniu poraża rośliny pozostałych komponentów. W przypadku mieszanki trójskładnikowej ilość dostępnej dla niego tkanki jest zwykle zmniejszona do jednej trzeciej w porównaniu z odmianami w siewie czystym. Na polu obsianym jedną odmianą choroba szybko rozprzestrzenia się i z łatwością zasiedla wszystkie jednorodne genetycznie rośliny w łanie.

Odporność indukowana (nabyta) polega na nabyciu odporności w następstwie wcześniejszego wielokrotnego kontaktu ras patogena z rośliną żywicielem. Zjawisko indukowanej odporności polega na tym, że rośliny odmian podatnych na określone rasy fizjologiczne, po wielokrotnym kontakcie (próbie zakażenia) przez awirulentne dla nich rasy, nabywają odporności w stosunku do ras wirulentnych. Zdaniem niektórych badaczy w mieszankach panują sprzyjające warunki dla wystąpienia indukowanej odporności (Wolfe 1990; Finckh i wsp. 2000; Newton i wsp. 2010).

Efekty ekologiczne bioróżnorodności występującej w zasiewach mieszanych

Ważnym efektem ekologicznym występującym w siewach mieszanych jest zjawisko komplementacji, które wynika z wzajemnie korzystnego oddziaływania na siebie roślin w siewie mieszanym, w sezonie wegetacyjnym. Zjawisko to przyczynia się do pełniejszego wykorzystania przestrzeni życiowej (woda, składniki pokarmowe, światło) przez rośliny w siewie mieszanym. Efekt kompensacji polega na lepszym wykorzystaniu przez jeden z komponentów mieszanki przestrzeni życiowej, która z różnych powodów nie została w pełni wykorzystana przez pozostałe komponenty siewu mieszanego (Allard i Adams 1969; Wolfe 1990; Finckh i Mundt 1992; Finckh i wsp. 2000).

Z kolei, zjawiskiem konkurencji określamy zdolność niektórych odmian do lepszego wykorzystania przestrzeni życiowej i szybszego rozwoju, w niektórych fazach rozwojowych roślin (np. w fazie krzewienia), w wyniku czego

odmiany takie, lepiej opanowując przestrzeń życiową ograniczają rozwój mniej konkurencyjnych składników mieszanki. Konkurencyjność pomiędzy różnymi odmianami w siewach mieszanych jest uzależniona od ich uwarunkowanych genetycznie właściwości morfologiczno-wzrostowych i uzdolnień adaptacyjnych (Allard i Adams 1969; Finckh i Mundt 1992).

Wpływ bioróżnorodnych mieszanek odmian i innych zasiewów mieszanych na populacje patogenów

Badania nad wpływem uprawy mieszanek odmian na populację *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* wykazały, że zróżnicowana odporność genetyczna występująca w mieszankach, działa stabilizująco na skład ras populacji tego patogena. W mieszankach odmian w przeciwieństwie do zasiewów czystych występują rasy o bardziej złożonym spektrum chorobotwórczości (Wolfe 1990). Populacje patogenów w mieszankach są bardziej różnorodne pod względem patogeniczności, wobec tego w łanie siewu mieszanego, dzięki lepszej ich ekologicznej tolerancji panują mniej sprzyjające warunki do szybkiego rozprzestrzenienia się pojedynczych ras. Dlatego uprawa mieszanek odmian spowalnia zjawisko „załamywania” się odporności odmian (Czembor i Gacek 1995; Finckh i wsp. 2000).

Zwiększona zdrowotność, jak i pozostałe czynniki pozachorobowe, w tym ekologiczna tolerancja w bioróżnorodnym łanie, ograniczają do minimum potrzebę stosowania kosztownych zabiegów fungicydowych w bioróżnorodnych zasiewach mieszanych. Występujące tam zróżnicowanie sprzyja lepszemu wykorzystaniu warunków środowiskowych i agrotechnicznych, co wyraża się wyższym i stabilniejszym plonowaniem mieszanek w porównaniu do odmian wysiewanych w siewach czystych (Gacek i Nadziak 2000; Tratwal i Walczak 2010). Zaobserwowano, że w mieszankach odmian, nawet przy ich mniejszym nawożeniu, plonowanie odmian jest często większe niż w przypadku ich uprawy w siewach czystych (Michalski i wsp. 2004).

Zasady doboru komponentów do uprawy w zróżnicowanych siewach mieszanych

Dobór odmian do wewnątrz- i międzygatunkowych zasiewów mieszanych nie może być przypadkowy. Dobór składów mieszanek muszą poprzedzać badania epidemiologiczne populacji patogenów i badania genetyczne odporności na choroby odmian jako potencjalnych składników mieszanek (Wolfe 1990; Finckh i wsp. 2000). Niezbędne uzupełnienie tych prac powinny stanowić doświadczenia polowe, mające na celu określenie i zweryfikowanie przydatności do uprawy w zasiewach mieszanych występujących na rynku odmian komercyjnych roślin uprawnych (Gacek i wsp. 1996; Nadziak i Tratwal 2012).

Komponenty mieszanki powinny odznaczać się właściwościami morfologiczno-wzrostowymi, cechami agronomicznymi, użytkowymi i adaptacyjnymi odmian, pozwalającymi na ich uprawę w warunkach siewu mieszanego

(Wolfe 1990; Gacek i wsp. 1996). Ważnym kryterium doboru odmian do siewu mieszanego powinno być ich zróżnicowanie pod względem posiadanych przez nie typów odporności genetycznej na podstawowe choroby. W miarę możliwości powinny to być odmiany (gatunki) z odrębnymi typami genetycznej odporności na najważniejsze choroby i jednocześnie odznaczające się przydatnością do uprawy w siewach mieszanych (Wolfe 1990; Gacek i wsp. 1996).

W przypadku uprawy międzygatunkowych mieszanek zbożowych i zbożowo-bobowatych grubonasiennych, występuje jeszcze większa bioróżnorodność w zakresie odporności roślin na choroby, właściwości morfologiczno-wzrostowych, cech agronomicznych i uzdolnień adaptacyjnych.

Odpowiednio ukierunkowane prace badawcze i hodowlane, zarówno w ramach komercyjnej hodowli konwencjonalnej, w tym zwłaszcza w hodowli odpornościowej na choroby są ważnym elementem skutecznej implementacji zasad integrowanej ochrony roślin w różnych systemach gospodarowania w rolnictwie. Następstwem prac hodowlanych powinno być odpowiednio zorganizowane i prowadzone doświadczalnictwo odmianowe oraz wdrażanie wymienionych wcześniej metod zwiększania różnorodności biologicznej na polach uprawnych. Dotyczy to zwłaszcza poszerzania powierzchni uprawy różnych typów zasiewów mieszanych o zwiększonej bioróżnorodności. Wszystko to powinno mieć kluczowe znaczenie w praktycznej realizacji krajowego programu integrowanej ochrony roślin uprawnych.

Niezbędne będą też działania i prace badawcze zmierzające do poprawy efektywności stosowania odmian odpornych na choroby w praktyce rolniczej, w tym zwłaszcza w ramach integrowanej ochrony roślin. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

1. przestrzenne zróżnicowanie uprawy odmian odpornych (mozaikowość upraw w kontekście chorobowym),
2. potrzeba szerszego wprowadzania do rolnictwa jak największej liczby odmian odpornych, z różnymi typami odporności genetycznej na poszczególne choroby,
3. szersza niż dotąd skala uprawy zasiewów mieszanych na polach produkcyjnych.

Zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych jest uzasadnione w kontekście potrzeb integrowanej ochrony roślin, mając na względzie:

- zwiększanie spektrum genetycznej odporności upraw na choroby i inne stresy biotyczne i abiotyczne,
- przywracanie funkcjonowania naturalnych mechanizmów ograniczania chorób roślin, w obrębie zróżnicowanego ładu,
- zwiększenie bioróżnorodności na polach uprawnych,
- zwiększenie wysokości i stabilności plonowania upraw,
- obniżenie stosowania fungicydów i innych syntetycznych środków produkcji,
- zmniejszenie kosztów uprawy i ochrona środowiska naturalnego,
- efektywne wykorzystanie i gospodarowanie zasobami naturalnymi (gleba, woda, postęp odmianowy).

Dzięki wprowadzeniu do praktyki rolniczej opisanych wyżej rozwiązań w zakresie integrowanej ochrony roślin i zwiększaniu bioróżnorodności na polach uprawnych, można w warunkach produkcyjnych osiągać nawet 40–50% redukcję porażenia jęczmienia i innych zbóż przez choroby, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego i stabilnego ich plonowania.

3.5. Dobór odmian

Jęczmień ozimy

Jęczmień ozimy w sprzyjających warunkach pogodowych i przy odpowiedniej agrotechnice jest zbożem bardzo wdzięcznym w uprawie. Ma duży potencjał plonotwórczy i może odwdziżyć się wysokimi plonami. Jednak decydując się na uprawę tego gatunku trzeba zwrócić uwagę również na jego mankamenty. Główny problem w uprawie stanowi słabsza zimotrwałość.

Na koniec roku 2017 Krajowy Rejestr jęczmienia ozimego liczył 29 odmian. Większość, bo 24 stanowiły odmiany wielorzędowe pastewne, 4 to odmiany dwurzędowe pastewne i jedna odmiana dwurzędowa browarna. Odmiany zagraniczne stanowią już 86% wszystkich zarejestrowanych, a tylko 4 kreacje pochodzą z polskiej hodowli. Co roku pojawiają się jednak nowe odmiany, które spełniają oczekiwania rolników. Na początku roku 2018 zarejestrowano 4 nowe, zagranicznej hodowli odmiany jęczmienia ozimego. Były to odmiany wielorzędowe pastewne (Impala, Mirabelle, SU Jule i Youkon), charakteryzujące się dobrym plonem i odpornością na choroby.

Dla określenia wartości gospodarczej zarejestrowanych odmian jęczmienia zarówno jarego, jak i ozimego prowadzi się doświadczenia w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO). Odmiany testowane są w nim na dwóch poziomach agrotechniki: przeciętnym i wysokim. Na poziomie przeciętnym (a₁) ochrona chemiczna ogranicza się do zaprawiania nasion, stosowania herbicydów i insektycydów. Dawka nawożenia azotem na poziomie a₁ ustalana jest indywidualnie przez prowadzącego dane doświadczenie z uwzględnieniem rodzaju gleby i wartości przedplonu, kierunku użytkowania oraz dotychczasowego przebiegu wegetacji, a w szczególności ilości opadów. Na intensywnym poziomie agrotechniki (a₂) stosuje się dodatkowo dwa zabiegi fungicydowe połączone z nawożeniem dolistnym oraz chemiczną ochronę przed wyleganiem. Intensywny poziom agrotechniki obejmuje również zwiększone (o 40 kg/ha) nawożenie azotem. Aktualnie wszystkie odmiany do doświadczeń zaprawiane są centralnie jedną zaprawą w Laboratorium w Słupi Wielkiej.

Jęczmień ozimy jest podatny na różne czynniki chorobotwórcze. Najczęściej na jęczmieniu pojawiają się plamistość siatkowa, mączniak prawdziwy czy rdza jęczmienia. Występują one w największej liczbie doświadczeń PDO. Duży postęp w zakresie zdrowotności wnoszą nowe odmiany, rejestrowane w okresie ostatnich kilku lat, takie jak: Antonella, SU Elma, Souleyka, Titus, Kaylin, KWS Astaire, KWS Kosmos oraz dwurzędowe Brosza czy Zita.

Kolejnym wyróżnikiem jest odporność odmian na wyleganie. Jęczmień cechuje się delikatną budową źdźbła i dość małą sztywnością słomy. Są to genetyczne predyspozycje do wylegania, co może powodować duże straty w plonowaniu, szczególnie jeśli wyleganie wystąpi w końcowych fazach rozwoju. Jęczmień wyjątkowo mocno narażony jest na wyleganie przy intensywnej technologii uprawy. Można jednak zapobiegać temu zjawisku poprzez odpowiednie działania profilaktyczne. Najważniejsze to dobór odpowiedniej odmiany o zwiększonej odporności na wyleganie, dalej stosowanie optymalnej technologii uprawy, a także korzystanie z odpowiednich retardantów (regulatorów wzrostu). Spośród odmian jęczmienia duży postęp wniosły nowe odmiany dwurzędowe SU Vireni i Zita charakteryzujące się dobrą odpornością na wyleganie.

Jęczmień ozimy osiąga wysokie plony przy sprzyjających warunkach pogodowych i optymalnej agrotechnice. Średni plon ziarna odmian wzorcowych w roku 2017 wyniósł 86,1 dt/ha na przeciętnym poziomie agrotechniki (a₁) i był około 11% wyższy niż w roku poprzednim. Przy intensywnym poziomie agrotechniki, plony były jeszcze wyższe i sięgały blisko 101,9 dt z ha. Najlepiej plonującymi odmianami w ostatnim trzyleciu okazały się: KWS Kosmos, Jakubus, KWS Astaire, KWS Higgins i Arenia.

Jęczmień ozimy ma wyższy potencjał plonowania niż forma jara. Jednakże z rolniczego punktu widzenia, uprawa jęczmienia ozimego obciążona jest pewnym ryzykiem w naszych warunkach klimatycznych. Jęczmień ozimy ma najsłabszą zimotrwałość spośród wszystkich zbóż i wciąż brakuje postępu w tej dziedzinie. COBORU prowadzi badania mrozoodporności odmian jęczmienia ozimego w doświadczeniach polowych oraz w doświadczeniach specjalnych – mrozoodporność w chłodni i zimotrwałość w warunkach prowokacyjnych (skrzynia, nasyp, pole). Zazwyczaj informacja o mrozoodporności uzyskiwana jest z doświadczeń specjalnych, jednak takie zimy jak w sezonach 2015/2016 czy 2011/2012 pozwalają na zweryfikowanie ocen mrozoodporności na podstawie wyników doświadczeń polowych. Mrozoodporność ocenia się w skali 9-stopniowej, a oceny jęczmienia ozimego są nieporównywalne z ocenami odmian innych gatunków (pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego), gdyż jęczmień ozimy testowany jest w wyższych temperaturach (–10 do –14°C), a ocena 5 dla pszenicy ozimej ma zupełnie inny wymiar praktyczny niż 5 dla jęczmienia ozimego.

W tabeli 9. scharakteryzowano odmiany, które w trzyleciu były badane w ramach Porejestrów Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) przynajmniej jeden rok. Uszeregowano je alfabetycznie, rozdzielając odmiany browarne i pastewne, według stanu Krajowego Rejestru na dzień 31.12.2017 r. Wyniki plonowania są średnią z doświadczeń prowadzonych przez COBORU w stacjach i punktach doświadczalnych na terenie całej Polski. Prezentowane wyniki przedstawiają potencjał plonowania poszczególnych odmian, jednak nie uwzględniają zmienności rejonowej.

Tabela 9. Ważniejsze cechy rolniczo-użytkowe odmian jęczmienia ozimego (wg COBORU)

Odmiany	Rok wpisania do Krajowego Rejestru	Mrozoodporność	Plon ziarna		Wysokość roślin	Wyleganie	Mączniak prawdziwy	Plamistość siatkowa	Rdza jęczmienia	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Zawartość białka
			poziom a ₁	poziom a ₂								
			skala 9°	[dt z ha]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wielorzędowe pastewne												
Antonella	2011	5	81,2	93,6	95	6,3	8,1	7,5	7,7	46,5	95	11,6
Arenia	2016	5	84,5	96,1	95	6,4	7,5	7,1	7,2	45,0	94	11,5
Fridericus	2007	6	81,3	92,9	102	7,0	6,9	7,4	7,5	46,6	95	10,7
Henriette	2011	5	78,7	91,8	98	6,9	7,1	7,2	7,6	48,2	95	12,0
Holmes	2011	4,5	80,4	92,8	96	6,9	7,6	7,2	7,4	46,3	92	11,2
Jakubus	2017	5	87,9	100,6	97	7,2	7,5	7,3	7,6	46,9	96	11,7
Kaylin	2016	5	81,7	96,0	100	6,9	7,7	7,5	7,4	50,3	97	12,0
Kobuz	2013	5,5	73,0	85,5	105	6,1	7,6	7,0	7,6	43,2	90	11,7
KWS Astaire	2017	4,5	85,5	101,1	96	6,6	7,7	7,3	7,6	50,3	97	11,7
KWS Higgins	2017	4,5	84,8	99,1	101	6,9	7,5	7,3	7,6	50,2	96	11,5
KWS Kosmos	2015	5	88,1	99,6	99	6,9	7,6	7,6	7,4	46,3	96	11,4
KWS Meridian	2011	5	81,1	94,4	100	6,4	7,2	7,2	7,8	47,6	96	11,8
Lomerit	2002	5	76,5	89,0	103	6,3	7,3	7,0	7,4	48,1	93	10,9
Maybrit	2006	5	71,3	83,8	102	5,6	7,2	6,8	7,6	40,4	88	10,9
Nele	2016	4,5	80,4	94,0	102	6,9	7,6	7,3	7,5	50,5	97	11,5
Quadriga	2015	5	80,6	94,1	105	6,8	7,8	7,1	7,2	48,5	94	11,6
Scarpia	2007	5	79,8	92,6	105	6,4	6,4	6,8	7,3	45,9	95	11,0
Souleyka	2010	4,5	77,9	88,3	97	6,9	7,7	7,6	7,7	47,6	95	11,6
SU Elma	2014	5	80,9	92,5	99	6,7	7,9	7,5	7,9	47,2	95	11,5
SU Melania	2013	4,5	80,1	91,9	100	6,5	7,5	7,1	7,4	47,2	93	11,6
Titus	2012	5	80,5	92,6	110	7,4	7,9	7,3	7,8	49,8	96	11,8
Zenek	2013	5,5	81,8	92,0	98	6,6	7,8	6,8	7,5	43,8	90	11,4
Dwurzędowe pastewne												
Brosza	2015	4,5	71,2	79,5	98	7,0	8,2	7,6	7,6	49,9	96	11,8
Metaxa	2010	4,5	77,7	87,5	84	7,6	7,4	6,9	7,6	49,6	95	11,9
SU Vireni	2014	5	77,0	87,2	94	7,8	7,6	7,2	7,4	53,6	95	11,9
Zita	2017	5	78,4	88,7	93	7,5	8,0	7,3	7,6	54,9	97	11,9

Kol. 3: 7–10: skala 9° – wyższy stopień oznacza korzystniejszą ocenę

Kol. 4: a₁ – przeciętny poziom agrotechniki

Kol. 5: a₂ – wysoki poziom agrotechniki (wyższe o 40 kg N/ha nawożenie azotowe, ochrona przed chorobami i wyleganiem)

Jęczmień jary

Jęczmień jary ma największe znaczenie spośród wszystkich zbóż jarych, uprawia się go w głównej mierze na cele paszowe, ale również na cele spożywcze: dla przemysłu browarniczego – do produkcji słodu, do produkcji płatków śniadaniowych i kasz oraz Ready to Eat – do produkcji gotowych do spożycia produktów śniadaniowych. Przy produkcji pasz służy do sporządzania mieszanek paszowych bezpośrednio w gospodarstwie oraz w przemyśle paszowym. Należy pamiętać, że na cele paszowe uprawiać można zarówno odmiany pastewne, jak i browarne jęczmienia, a najważniejszym kryterium wyboru jest tu poziom plonowania. W ostatnich latach można zauważyć też postęp w zakresie plenności odmian jęczmienia jarego typu browarnego, które dorównują a niejednokrotnie przewyższają wielkością plonowania odmiany pastewne.

Wykorzystanie jęczmienia w przemyśle spożywczym przede wszystkim ukierunkowane jest na produkcję kaszy i płatków oraz piwa. Odmiany przeznaczone na cele browarne muszą charakteryzować się przede wszystkim wysoką wartością technologiczną, na którą składają się parametry jakościowe słodu i brzezki.

Na koniec roku 2017 Krajowy Rejestr jęczmienia jarego liczył 68 odmian. Większość stanowiły odmiany pastewne (39, w tym jedna nieoplewiona). Odmian browarnych, lepszych pod względem wartości technologicznej, było 29. Ponad 59% zarejestrowanych odmian stanowią te pochodzące z zagranicznych hodowli, głównie niemieckiej, duńskiej i francuskiej, a tylko 41% to kreacje rodzime. Co roku pojawiają się jednak nowe odmiany, które spełniają oczekiwania rolników. Na początku roku 2018 zarejestrowano aż 10 nowych odmian jęczmienia jarego. Była wśród nich 1 odmiana typu browarnego (RGT Atmosphere) oraz 9 odmian pastewnych (Ismena, Maggie, Runner, Eldorado, Etolie, Farmer, MHR Fajter, Pilote i Rezus). Odmiany MHR Fajter, Rezus, Eldorado i Farmer to odmiany pochodzące z rodzimej hodowli (wszystkie pastewne), natomiast pozostałe 6 to odmiany zagraniczne.

Przy wyborze odmian jęczmienia do siewu, niezależnie od kierunku użytkowania warto sięgnąć po wyniki Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego. W COBORU w roku 2017 w ramach PDO badano 47 odmian jęczmienia jarego w 59 punktach doświadczalnych rozlokowanych na terenie całego kraju. Dzięki temu uzyskano obiektywne dane na temat ważniejszych cech użytkowych oraz wymagań agrotechnicznych odmian pomocne w podjęciu właściwej decyzji przy wyborze odpowiedniej odmiany do siewu.

Średnie trzyletnie wyniki zamieszczono w tabeli 10. Spośród badanych odmian, najlepiej plonowała odmiana pastewna KWS Harris, która w trzyletnim okresie uzyskiwała 73,4 dt z ha. Niewiele ustępowały jej browarne odmiany – RGT Planet, Bente, KWS Cantton i Esma. Przy zastosowaniu odpowiedniej agrotechniki odmiany browarne można z powodzeniem uprawiać na cele pastewne i konsumpcyjne. W plenności odmian jęczmienia jarego można zauważyć duży

postęp, gdyż wszystkie najlepiej plonujące odmiany rejestrowane były w dwóch ostatnich latach, a ich plenność zdecydowanie przewyższa starsze.

Obfite opady deszczu w roku 2017 spowodowały, iż rok nie był zbyt korzystny dla zbóż jarych. Uzyskane plony były co prawda nieco wyższe niż w roku poprzednim, jednak nie dorównały plonom z roku 2015. Plon wszystkich badanych odmian na przeciętnym poziomie (a_1) wyniósł 69,7 dt z ha, natomiast przy wysokim poziomie agrotechniki (a_2) 79,9 dt z ha. Odmiany jęczmienia najlepiej plonowały na południu kraju w rejonach V i VI, gdzie na poziomie a_1 uzyskały odpowiednio 71,5 i 72,2 dt z ha. Najślabiej plonował jęczmień w rejonie IV – 65,8 dt z ha na poziomie a_1 . Różnica w średniej plenności na przeciętnym poziomie agrotechniki skrajnie plonujących odmian w roku 2017 była duża i wyniosła 9 dt z ha.

Zboża jare ulegają silnemu porażeniu przez grzyby chorobotwórcze. Jęczmień jary najbardziej podatny jest na mączniaka prawdziwego, plamistość siatkową, rdzę jęczmienia, rynchosporiozę i ciemnobrunatną plamistość. Różnice między odmianami w podatności na większość chorób jęczmienia jarego są stosunkowo małe. Spośród odmian zarejestrowanych, obecnie wyróżnić można kilka, które cechują się ogólnie dobrą odpornością na choroby. Należą do nich: KWS Dante, Britney, Soldo, Airway, Rubaszek, KWS Olof, Ramzes, Radek.

Jęczmień jary jest zbożem podatnym na wyleganie, co wynika z delikatnej budowy źdźbła, a szczególnie przy nadmiarze wody i intensywnej technologii uprawy. Jednak wśród zarejestrowanych odmian znajdują się takie, które cechują się większą odpornością na wyleganie. Z grupy odmian browarnych są to: Baryłka, KWS Irina, KWS Dante oraz Nokia, natomiast z grupy odmian pastewnych: Fariba, KWS Vermont, Oberek, Paustian, Rubaszek, Soldo.

Tabela 10. Ważniejsze cechy rolniczo-użytkowe odmian jęczmienia jarego (wg COBORU)

Odmiany	Rok wpisania do Krajowego Rejestru	Plon ziarna		Wartość browarna	Wysokość roślin	Wyleganie	Mączniak prawdziwy	Plamistość siatkowa	Rdza jęczmienia	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Zawartość białka
		poziom a ₁	poziom a ₂									
		[dt z ha]	skala 9°	[cm]	skala 9°			[g]	[%]	[% s. m.]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Typ browarny												
Accordine	2017	69,1	77,5	7,95	80	6,5	8,3	7,0	7,8	49,3	92	10,7
Baryłka	2014	67,6	75,4	6,90	69	7,1	8,4	7,2	7,4	47,5	92	11,3
Bente	2017	73,1	81,5	6,00	76	6,9	8,6	6,7	7,4	54,1	94	10,5
Britney	2015	69,8	78,1	5,90	72	6,8	8,5	7,0	7,7	51,2	92	10,5
Esma	2017	73,0	79,7	7,00	76	6,7	8,3	7,4	7,5	51,9	91	10,6
KWS Cantton	2016	73,1	80,3	6,25	79	6,9	8,4	7,2	7,6	49,6	92	10,5
KWS Dante	2014	70,0	78,4	6,10	72	7,1	8,6	7,0	7,8	49,0	91	10,5
KWS Fabienne	2015	69,3	77,7	7,40	73	6,8	8,6	7,2	7,6	47,0	93	10,7
KWS Irina	2014	71,0	79,1	6,80	70	7,2	8,3	7,4	7,8	49,7	92	10,5
KWS Orphelia	2013	71,2	79,0	6,80	71	6,4	8,4	7,4	7,6	48,7	91	10,4
Nokia	2013	71,6	78,7	6,55	75	7,1	8,6	7,0	7,6	50,1	91	10,3
Olympic	2013	67,6	75,7	6,55	71	6,8	8,5	6,9	7,2	47,4	92	10,6
Ovation	2017	70,4	79,2	6,55	75	5,9	8,5	6,9	7,3	51,6	92	10,5
RGT Baltic	2016	69,6	77,0	8,10	75	6,7	8,2	6,8	7,4	50,7	91	10,8
RGT Planet	2016	73,3	80,9	7,80	77	6,3	8,3	6,7	7,6	51,2	93	10,5
SU Lolek	2014	69,5	76,3	6,85	73	6,8	8,6	7,0	7,5	49,8	90	10,6
Uta	2016	67,8	77,4	7,95	76	6,6	8,2	6,5	7,6	54,6	93	10,9
Xanthe	2017	70,8	79,3	6,70	75	6,6	8,1	7,2	7,6	53,0	93	10,4
Typ pastewny												
Airway	2017	71,1	79,1	–	76	6,8	8,8	7,4	7,5	48,1	91	10,5
Allianz	2016	69,8	76,8	–	77	6,4	8,2	7,3	7,5	48,1	92	10,8
Argento	2013	68,9	77,1	–	73	6,3	8,4	7,0	7,9	48,6	86	10,5
Basic	2011	70,2	77,7	–	74	6,6	8,5	7,4	7,4	52,2	95	10,9
Ella	2012	69,6	77,2	–	77	6,5	8,7	7,4	7,3	51,8	93	10,4
Fariba	2012	68,8	75,2	–	68	7,4	8,6	6,5	7,2	48,7	87	11,1
Hajduczek	2013	66,5	73,6	–	69	6,9	8,5	5,9	7,4	51,2	89	11,2
Iron	2011	67,2	75,4	–	74	6,8	6,5	7,3	8,1	47,5	94	10,6
Kucyk	2012	65,7	72,7	–	80	6,2	8,3	6,8	7,8	49,1	90	11,4
KWS Atrika	2013	69,5	77,9	–	78	6,5	8,6	6,7	7,5	51,5	94	11,1
KWS Harris	2016	73,4	81,9	–	77	6,7	8,4	7,1	7,5	49,4	90	10,5
KWS Olof	2010	70,2	76,9	–	76	6,4	8,3	7,6	8,0	48,1	87	10,5
KWS Vermont	2016	71,5	81,2	–	72	7,1	8,6	6,9	7,6	50,0	91	10,0
Natasia	2011	68,6	76,0	–	74	6,4	7,7	7,1	7,7	50,9	93	10,4

Tabela 10. Cd.

Odmiany	Rok wpisania do Krajowego Rejestru	Plon ziarna		Wartość browarna	Wysokość roślin	Wyleganie	Mączniak prawdziwy	Plamistość siatkowa	Rdza jęczmienia	Masa 1000 ziaren	Wyrównanie ziarna	Zawartość białka
		poziom a ₁	poziom a ₂									
		[dt z ha]	skala 9°									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Oberek	2013	66,8	74,3	–	74	7,2	7,8	7,3	8,0	53,0	90	11,3
Paustian	2016	71,0	79,1	–	74	7,4	8,2	7,1	7,7	49,9	94	10,1
Penguin	2013	69,2	77,1	–	78	6,4	8,3	7,3	8,0	48,8	89	10,5
Podarek	2014	68,9	76,8	–	78	6,6	7,2	7,4	8,0	50,6	89	11,0
Polonia Staropolska	2016	69,9	77,3	–	66	7,0	7,1	6,6	7,9	47,0	84	10,4
Radek	2015	69,2	76,3	–	79	6,4	8,5	7,2	7,9	49,6	91	10,8
Ramzes	2017	70,1	76,8	–	78	7,0	8,7	7,4	7,6	48,1	93	10,6
Ringo	2016	68,2	76,3	–	73	6,5	8,2	6,4	7,7	49,9	86	10,3
Rubaszek	2014	70,8	77,6	–	70	7,5	8,7	7,5	7,7	48,0	87	10,7
Salome	2014	71,0	78,4	–	70	6,7	8,3	7,2	7,8	49,4	91	10,6
Skald	2009	66,7	74,5	–	75	6,8	7,9	7,0	8,0	49,4	92	10,5
Soldo	2013	71,2	78,8	–	74	7,3	8,4	7,4	7,7	54,0	94	10,6
Suweren	2010	68,0	75,5	–	81	5,6	7,2	7,1	7,7	48,2	89	10,8
Teksas	2017	71,5	78,1	–	72	7,0	8,4	7,3	7,5	49,0	92	10,2

Kol. 3: a₁ – przeciętny poziom agrotechniki

Kol. 4: a₂ – wysoki poziom agrotechniki (wyższe o 40 kg N/ha nawożenie azotem, ochrona przed chorobami i wyleganiem)

Kol. 5: ocena syntetyczna z pięciu cech technologicznych

- bardzo dobra (7,99–9,00)
- dobra do bardzo dobrej (6,75–7,99)
- dobra (5,50–6,74)
- średnia do dobrej (4,25–5,49)
- średnia (3,00–4,24)

Kol. 5: 7–10: skala 9° – wyższy stopień oznacza korzystniejszą ocenę

3.6. Siew

Jęczmień ozimy

Ważnym elementem integrowanej technologii produkcji jęczmienia ozimego są zasady siewu, na które składa się jakość materiału siewnego, termin oraz gęstość siewu. Ziarno do siewu powinno być jak najwyższej jakości najlepiej jeśli jest to materiał kwalifikowany.

Wyniki badań nad terminem siewu jęczmienia ozimego wskazują na zależność tego czynnika głównie od warunków klimatyczno-glebowych, a ponadto od doboru odmiany. W doświadczeniach IUNG – PIB przeprowadzonych w niedawnym okresie stwierdzono zależność reakcji jęczmienia ozimego na termin siewu od jakości gleby. Na glebach żwiższych należących do kompleksu pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego, plony ziarna przy terminie siewu w I dekadzie września były podobne, jak przy terminie w II dekadzie września. Na glebach kompleksu żytniego dobrego wystąpiła niewielka zniżka plonu, a w przypadku kompleksu żytniego słabego znaczna zniżka plonu przy terminie w II dekadzie września. Przy terminie w III dekadzie września plony ziarna były istotnie niższe, niezależnie od gleby. Dodatni wpływ odłożenia się gleby silniej zaznaczył się przy późnym terminie siewu.

Reakcja jęczmienia ozimego na termin siewu zależała w dużym stopniu od warunków pogodowych. Większe plony ziarna przy wczesnym terminie siewu (I dekada września) osiągnęto w sezonach o krótkiej jesieni, natomiast w przypadku długiej jesieni oraz długo zalegającej pokrywy śnieżnej w czasie zimy, jęczmień wysiany wcześniej plonował niżej niż wysiany później.

Przyczyną słabszego plonowania wczesnych zasiewów jęczmienia ozimego w przypadku długiej i cieplej jesieni jest nadmierne rozrastanie się roślin i tworzenie dużej masy liści, przez co jęczmień staje się bardziej podatny na wymarzenie w przypadku braku pokrywy śnieżnej w zimie, a w warunkach długiego zalegania śniegu często ulega wyprzeniu i porażeniu przez pleśń śniegową. Ponadto jęczmień wysiany wcześniej bywa przy cieplej jesieni atakowany przez szkodniki (ploniarka zbożówka, skoczek sześciorek i inne) lub przez mączniaka, a w przypadku małej powierzchni zasiewu jego wczesne wschody mogą być niszczone przez ptactwo.

Jęczmień siany późno w warunkach krótkiej jesieni rośnie wolno, słabo się krzewi i niedostatecznie hartuje przed zimą. Gorsze w takim przypadku jego przetrwanie, wykształcenie mniejszej liczby kłosów wskutek krótszego okresu wegetacji, jest powodem słabszego plonowania. Im dłuższa i cieplejsza jest jesień w danym rejonie, przy korzystnym rozkładzie opadów, tym później przypada optymalny termin siewu jęczmienia ozimego. Również na lepszych glebach jego siew może być wykonany później niż na słabszych, ponieważ gleba lekka jest bardziej podatna na przemarzanie i na takiej glebie rośliny słabiej się krzewią. Większej tolerancji na opóźnienie siewu sprzyja lepsza zimotrwałość niektórych odmian oraz ich zdolność do silniejszego krzewienia się.

W badaniach nad architekturą łanu jęczmienia ozimego stwierdzono jej zależność głównie od warunków pogodowych w czasie wegetacji, a także od terminu siewu. Gorsze wyrównanie łanu przy późnym terminie siewu występowało w latach o mniej sprzyjających warunkach pogodowych. Przy dużym rozwarstwieniu pionowym łanu rośliny niskie są zacieniane przez rośliny wysokie, co jest powodem niższej plenności tych pierwszych.

Optymalny termin siewu jęczmienia ozimego jest więc trudny do

ustalenia, ze względu na jego ścisły związek z długością trwania jesieni, która nie jest przewidywalna. W przypadku wczesnego nadejścia zimy, wyższe plony jęczmienia otrzymuje się z wczesnych jego zasiewów (5–10 września). W warunkach długiej i ciepłej jesieni wysoki plon jęczmienia można uzyskać z późnych jego zasiewów (20–25 września). Najlepiej więc wysiewać jęczmień w terminie średniowczesnym, tj. 10–15 września w rejonach wschodnich, 12–18 września w rejonie centralnym i 16–20 września w rejonach zachodnich.

W licznych wieloletnich i wielopunktowych (w różnych rejonach) doświadczeniach IUNG – PIB badano reakcję jęczmienia ozimego na gęstość siewu w różnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia ozimego był zależny głównie od jakości gleby, zwłaszcza od jej składu granulometrycznego i kwasowości, a ponadto od terminu siewu i warunków pogodowych. Odnotowano również, że spośród badanych czynników agrotechnicznych, w przypadku jęczmienia ozimego gęstość siewu miała większy wpływ na plonowanie jęczmienia ozimego niż jęczmienia jarego. Istotny wpływ gęstości siewu na plon ziarna jęczmienia wynika stąd, że decyduje ona o stopniu konkurencji między roślinami o światło, wodę i składniki pokarmowe. W miarę zwiększania zagęszczenia roślin w łanie zmniejsza się penetracja światła, ogranicza krzewistość roślin, wzrasta ich wypadanie oraz podatność na wyleganie i porażenie chorobami. Zwiększenie obsady roślin i kłosów powoduje spadek liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Zbyt mała ilość wysiewu nie pozwala na uzyskanie dużego plonu, z powodu niewystarczającej obsady kłosów, pomimo dużej w tych warunkach produkcyjności kłosa.

Słabszą reakcję jęczmienia ozimego na wzrastającą gęstość siewu obserwowano w dobrych warunkach glebowych. W efekcie dobrego zaopatrzenia roślin w wodę i składniki mineralne występuje silne ich krzewienie, co warunkuje uzyskanie optymalnej liczby kłosów na jednostce powierzchni przy mniejszej obsadzie roślin. Na gorszych glebach (mała zawartość próchnicy, luźniejszy skład granulometryczny, kwaśny odczyn) racjonalne jest stosowanie większej ilości wysiewu ziarna, z uwagi na słabsze w takich warunkach krzewienie się jęczmienia. Szczególnie ważne jest to w przypadku niskiego pH gleby, na co jęczmień ozimy jest najbardziej wrażliwy spośród wszystkich gatunków zbóż.

Opóźnienie terminu siewu jęczmienia ozimego jest powodem skrócenia fazy krzewienia się roślin i tym samym zmniejszenia liczby kłosów na jednostce powierzchni, szczególnie w przypadku wczesnego nadejścia zimy. Wówczas racjonalne jest stosowanie większej ilości wysiewu. W latach o długim okresie jesieni można uzyskać odpowiednią liczbę kłosów także przy opóźnionym terminie siewu. Współdziałanie gęstości siewu z terminem siewu jęczmienia ozimego jest więc słabsze niż w przypadku jęczmienia jarego. W rejonach o większym nasileniu chorób i częstszym zjawisku wylegania roślin (przy obfitych opadach deszczu o charakterze burzowym) zaleca się stosowanie rzadszego siewu jęczmienia ozimego.

Stwierdzono niejednakową reakcję odmian jęczmienia ozimego na gęstość siewu. Niektóre odmiany wyżej plonują przy większym, a inne przy mniejszym zagęszczeniu roślin. Wiąże się to ze zróżnicowanymi wymaganiami świetlnymi, niejednakową zdolnością do rozkrzewienia roślin, odpornością na wyleganie i choroby. Na ogół większej ilości wysiewu wymagają odmiany bardziej tolerancyjne na wzajemne zacienianie się roślin, słabiej krzewiące się, odporniejsze na wyleganie i choroby. Zróżnicowanie wymagań odmian jęczmienia ozimego co do gęstości siewu jest mniejsze niż wśród odmian jęczmienia jarego.

Norma wysiewu jęczmienia ozimego zależy głównie od jakości gleby, przedplonu i terminu siewu (tab. 11). Gęściej powinno się wysiewać zboża na gorszych glebach, po słabszym przedplonie i przy opóźnieniu terminu siewu. Rozstawa rzędów powinna wynosić 12 cm, a głębokość siewu 3–4 cm.

Tabela 11. Ilość wysiewu* różnych odmian jęczmienia ozimego w kg/ha w zależności od gleby i terminu siewu

Odmiany	Kompleksy glebowo-rolnicze					
	pszenny bardzo dobry, pszenny dobry		żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny		żytni dobry, pszenny wadliwy	
	termin siewu**					
	wczesny	późny	wczesny	późny	wczesny	późny
Bażant, Lomerit, Maybrit, Kobuz, Scarpia, Karakan	145–155	154–170	158–168	166–183	170–184	180–196
Bartosz, Holmes, KWS Kosmos, Wintmalt, SU Melania, KWS Meridian, Zenek, Henriette	150–160	159–175	163–173	171–188	175–189	185–200
Souleyka, Epoque, Fridericus, Metaxa, Quadriga, Nickela, Titus, Scarpia, SU Vireni, SU Elma, Antonella, Vincenta	155–165	164–180	168–178	176–193	180–194	190–205

*normy wysiewu obliczono przy uwzględnieniu masy 1000 ziaren – 40 g i zdolności kiełkowania – 95%. W przypadku nasion o wyższej masie 1000 ziaren należy zwiększyć normę wysiewu o tyle, o ile jest wyższa MTZ

**wczesny termin siewu: 10–15 września, późny termin siewu: 20–25 września. W przypadku siewu między 15 a 20 IX należy stosować pośrednią normę wysiewu. Górną granicę przedziału normy wysiewu należy stosować przy dużym opóźnieniu siewu

Jęczmień jary

Wysoka jakość materiału siewnego decyduje o pełnych i wyrównanych wschodach, prawidłowym wzroście i rozwoju roślin jęczmienia jarego. Ziaro przeznaczone do siewu powinno charakteryzować się:

- czystością nie mniejszą niż 98%,
- wysoką masą 1000 ziaren (powyżej 45 g),
- dobrą zdrowotnością,
- zdolnością kiełkowania nie mniejszą niż 95%.

Najważniejsze jest zaopatrzenie się w nasiona kwalifikowane jednolite pod względem pochodzenia i odmiany. W produkcji zaleca się nabywać nasiona

w stopniu pierwszego rozmnożenia (C1). Materiał taki można wysiewać przez 3–4 lata, bez obawy spadku plonu, jeżeli będzie się go starannie reprodukować.

Uzyskanie wysokiego plonu ziarna jęczmienia jarego jest możliwe przy wysiewie w optymalnym terminie (Noworolnik i Leszczyńska 1998, 2004; Noworolnik 2012, 2014a). Termin ten zależy głównie od długości trwania zimy i waha się w granicach od 20 marca do 10 kwietnia. Jęczmień jest rośliną ciepłolubną, źle znosi nadmiar wilgoci i z tym związany niedobór powietrza w glebie, dlatego jest mniej wrażliwy na opóźnienie siewu niż inne zboża jare. Siew odmian jęczmienia na cele pastewne i spożywcze może być opóźniony, dopuszczalnie do 23 kwietnia w rejonie północno-wschodnim, do 20 kwietnia w innych rejonach wschodnich i centralnych, a do 17 kwietnia w rejonach zachodnich. Stwierdzono współdziałanie terminu siewu z innymi czynnikami agrotechnicznymi (Pecio 1995, 2002; Noworolnik 2003, 2013b), które jest omówione poniżej.

W przypadku opóźnienia terminu siewu skraca się okres wegetacyjny jęczmienia, wskutek oddziaływania wydłużonego dnia i wyższej temperatury na przyspieszenie rozwoju i dojrzewania roślin, co przyczynia się do niżki plonu ziarna, głównie z powodu zmniejszenia rozkrzewienia produktywnego i liczby kłosów w łanie. Wielkość tej niżki plonu zależy od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Opóźnienie siewu wywiera większy ujemny wpływ na plonowanie jęczmienia na glebach słabszych niż na glebach lepszych (Noworolnik 2003; Noworolnik 2015). Wczesny termin siewu w połączeniu z dobrymi warunkami glebowymi sprzyja wytwarzaniu większej masy wegetatywnej zbóż, co powoduje zagrożenie w postaci wylegania roślin. W takim przypadku ważny jest dobór odmiany odpornej na wyleganie.

Różnicowanie cech fizjologiczno-pokrojowych odmian jęczmienia (w szczególności dotyczy to niejednakowej zdolności do krzewienia się roślin) powoduje różną tolerancję odmian na opóźnienie siewu. Niektóre odmiany – Suweren, Natasia, Nagrałowicki, Rufus, a ponadto Kormoran, Goodluck, Sebastian, Granal, Żeglarz i Signora charakteryzują się mniejszymi niżkami plonu przy wysiewie w terminie opóźnionym i można zalecać ich uprawę w sezonach z późną wiosną. Jest to spowodowane zachowaniem lepszej zdolności do rozkrzewienia produkcyjnego tych odmian w warunkach skróconego okresu ich krzewienia.

Niekorzystny wpływ opóźnienia terminu siewu na plonowanie zbóż można ograniczyć w pewnym stopniu poprzez zwiększenie dawki azotu. 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.

Uzyskanie optymalnej liczby kłosów w łanie przy opóźnieniu siewu

jest możliwe poprzez zwiększenie gęstości siewu. Bardziej efektywne jest to na glebach słabszych. Zwiększenie ilości wysiewu ziarna nie wyrównuje w pełni ujemnego wpływu opóźnienia siewu na plon jęczmienia jarego, zwłaszcza przy dużym opóźnieniu, gdyż oprócz spadku liczby kłosów z rośliny, zmniejsza się także liczba ziaren w kłosie oraz nasila się wypadanie roślin.

Przy wczesnym terminie siewu istnieje niebezpieczeństwo większej konkurencji chwastów, które mogą wschodzić szybciej od ciepłolubnego jęczmienia, co wymusza stosowanie pielęgnacji mechanicznej (brona lekka) tuż przed jego wschodami, a następnie na początku ich krzewienia i w dalszej kolejności opryskiwanie herbicydem.

Stwierdzono, że wśród czynników agrotechnicznych, gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi w aspekcie wpływu na plony jęczmienia (Noworolnik 2003, 2014a, b). Wiąże się to z zależnością optymalnej liczby kłosów w łanie od różnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Liczba kłosów jest bowiem tym komponentem plonowania, który jest najsilniej dodatnio powiązany z wielkością plonu. Jednak przy nadmiernym zagęszczeniu pędów produkcyjnych jęczmienia występują zjawiska ujemne, jak wyleganie roślin, porażenie ich przez choroby, zmniejszenie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Ilość wysiewu zależy od odmiany oraz od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych: jakości gleby (zwięzłość, żyzność, odczyn), przedplonu, poziomu nawożenia mineralnego (szczególnie azotowego), terminu siewu, zamierzonego poziomu ochrony roślin, stopnia zachwaszczenia pola i nasilenia chorób w danym rejonie (Kozłowska-Ptaszyńska 1993; Jedel i Helm 1995; Pecio 1995, 2002; Kozłowska-Ptaszyńska i Pecio 1999; Pecio i wsp. 2000; Noworolnik 2003, 2007a, 2009, 2010a, 2012).

W słabszych warunkach glebowych (gorsza żyzność, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśny odczyn) powinno się siać jęczmień gęściej niż na lepszych glebach. Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących w takich warunkach. Duża gęstość siewu na glebach bardzo słabych (przepuszczalnych) może być nieefektywna w latach suchych wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w wodę zwiększonej liczby roślin w łanie.

Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin jęczmienia i bujniejszy ich wzrost w efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę. Zbyt duża ilość wysiewu w takich warunkach powoduje nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzenie, co sprzyja nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna.

Przy uprawie zbóż jarych w stanowisku po zbożach, racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu. Przy uprawie zbóż w stanowisku po bobowatych podnoszących zasobność gleby w azot, który wzmacnia rozkrzewienie roślin, zaleca się zmniejszenie normy wysiewu.

Odmiany różnią się wymaganiami co do normy wysiewu z powodu niejednakowej tolerancji na wzajemne zacienianie się roślin, zdolności do krzewienia

się i różnej odporności na wyleganie. Gęściej należy wysiewać odmiany słabiej krzewiące się, o mniejszych wymaganiach świetlnych oraz odporniejsze na wyleganie i choroby (tab. 12–14).

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 siewu.

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.

Tabela 12. Normy wysiewu nasion jęczmienia pastewnego i konsumpcyjnego w kg/ha

Odmiany (w grupach)	Jakość gleby	Termin siewu		
		25.III–5.IV	6–12.IV	13–20.IV
Nagradowski, Gawrosz, Kirsty, KWS Olof, Rufus, Skald, Justina, Natasia, Blask, Raskud, Radek, Kormoran	dobra	110–122*	114–127	120–134
	średnia	118–130	122–135	128–142
	słaba	128–142	132–147	138–153
Ella, Kucyk, Suweren, Boss, Bryl, Frontier, KWS Atrica, Basic, Tocada, Argento, Salome, Goodluck, Nokia, Penguin, Stratus	dobra	115–127	120–132	127–140
	średnia	123–135	128–140	135–147
	słaba	134–148	140–154	148–162
Atico, Iron, Rubinek, Skarb, Oberek, Fariba, Hajduczek, Soldo, Rubaszek, Olympic	dobra	120–133	126–140	134–148
	średnia	128–140	134–147	142–155
	słaba	140–153	147–160	155–169

*górne granice przedziałów ilości wysiewu stosować w przypadku zmniejszonej zdolności kiełkowania ziaren i w warunkach gorszej kultury gleby. Dolne granice przedziałów stosować w warunkach dobrej kultury gleby i starannej uprawy roli

Tabela 13. Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego w kg/ha (przy uwzględnieniu masy 1000 ziaren – 45 g)

Odmiany	Jakość gleby	Termin siewu	
		25.III–5.IV	6–12.IV
Afrodite, KWS Aliciana, Basza, Blask, Binal, Kormoran, KWS Orphelia	dobra	120–132*	124–137
	średnia	128–140	132–145
KWS Fabienne, Baryłka, Salome, Mauritia, Xanadu, Stratus, Nokia, KWS Irina	dobra	125–137	130–142
	średnia	133–145	138–150
Beatrix, Bordo, Granal, Marthe, Olympic, Signora, KWS Dante, SU Lolek	dobra	130–143	136–150
	średnia	138–150	144–157

*górne granice przedziałów ilości wysiewu stosować w przypadku zmniejszonej zdolności kiełkowania ziaren i w warunkach gorszej kultury gleby. Dolne granice przedziałów stosować w warunkach dobrej kultury gleby i starannej uprawy

Tabela 14. Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu jęczmienia w zależności od różnych warunków i czynników

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

Źródło: Opracowanie własne – IUNG – PIB

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

4.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Chwasty pól uprawnych stanowią liczną grupę roślin należącą do wielu rodzin botanicznych i rodzajów. Na przestrzeni wieków przystosowały się do współtowarzyszenia roślinom uprawnym, w warunkach, jakie rolnik stwarza w celu uzyskania jak najwyższych i jak najlepszych jakościowo plonów. 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 gleby, jej uwilgotnieniem, i w szerokim rozumieniu siedliskiem. Na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku (Tymrakiewicz 1962) szacowano, że w zbożach ozimych występują przeciętnie 42 gatunki chwastów. Dwadzieścia lat później Domańska (1980) stwierdziła, 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. Obecnie pola nie charakteryzują się wysoką bioróżnorodnością. Na terenach uprawnych występuje od kilku do kilkunastu, maksymalnie niewiele ponad 20, gatunków chwastów. W zbożach jarych liczebność chwastów jest podobna, jednak reprezentowane są przez inne gatunki oraz inaczej są rozłożone akcenty między gatunkami jarymi, ozimymi i jarymi zimą.

W ochronie roślin często posługujemy się wskaźnikami pomagającymi podjąć decyzję o wykonaniu zabiegu. Należą do nich progi szkodliwości, a po analizie kosztów, tzw. ekonomiczne progi szkodliwości. Wykonano wiele prac, jednak obserwacje i ścisłe doświadczenia polowe bardzo trudno przenieść do praktyki, w efekcie oficjalnych progów nie opracowano, a znajdujące się w literaturze na ogół są wartościami orientacyjnymi. Główną przeszkodą ustalenia progów są: odmienny sposób, w jaki rozwijają się chwasty na różnych typach gleb, wpływ nawożenia roślin uprawnych, z którego także korzystają chwasty oraz czynniki klimatyczne. Chwasty zawsze (oprócz kompensacji) występują w zbiorowiskach i są konkurencyjne nie tylko w stosunku do rośliny uprawnej, ale również w stosunku do siebie. Stąd szkodliwość tych samych gatunków jest bardzo zróżnicowana i trudna do określenia w przeciwieństwie do szkodników (np. liczba) czy chorób (np. procent uszkodzenia blaszki liściowej). Przytulia czepna to jeden z najbardziej uciążliwych gatunków chwastów występujących w zbożach, dla którego, z tego powodu, podjęto próby określenia progów szkodliwości. Jej liczbę określano najczęściej dla pszenicy lub zbóż ogółem, ale wartości są dość zróżnicowane: 3 rośliny/m² (Domańska 1980), 2–5 roślin/m² (Woźnica 2008), 2 rośliny/m² (Zanin i wsp. 1993). Jednocześnie wiele źródeł popularnonaukowych, broszur i ulotek najczęściej wartość tę podaje w granicach od 0,1 do 1,8 rośliny/m². Nie oznacza to, że w ocenie i podejmowaniu decyzji o zabiegu ochrony nie należy posługiwać się informacjami chociażby zbliżo-

nymi do progów szkodliwości. W literaturze dość często podawane są dane na temat szkodliwości pewnych zbiorowisk roślinnych, np. jesienią, w określonym gatunku zboża liczba chwastów niskiego piętra, oznacza że nie ma konieczności wykonywania w tym terminie zabiegu itp. Podejmując decyzję o wykonaniu zabiegu należy brać pod uwagę tego typu informację oraz powinno się uwzględniać wszystkie cechy chwastów i środowiska, a także ich podział na jare oraz ozime, łącznie z zimującymi. Jeżeli dominują gatunki, które przezimują, zabieg jest konieczny. Nie oznacza to jednak, że chwasty jare w jęczmieniu ozimym są niegroźne. Jeżeli jest ich dużo i charakteryzują się intensywnym wzrostem, np. gorczyca polna, komosa biała, rzodkiew świrzepa, a dodatkowo jesień jest długa i ciepła, również należy je zwalczać, ponieważ zanim zmarzną ich konkurencja może okazać się szkodliwa.

Ostatecznie konieczne jest podjęcie decyzji, czy chwasty będzie się zwalczać, czy ograniczać? W pierwszym przypadku należy dążyć do uzyskania stuprocentowego efektu chwastobójczego, w drugim zakładamy zmniejszenie liczebności i to na ogół w ramach gatunku. Niektórzy autorzy, jak: Courtney (1991), Walker i wsp. (2002), Krawczyk (2006), na podstawie badań z obniżonymi dawkami jednoznacznie stwierdzają, że należy dążyć do ograniczenia, a nie zniszczenia chwastów.

4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Metody integrowane dążą do eliminowania, a co najmniej ograniczania chemicznych zabiegów odchwaszczania w rolnictwie. Zboża należą do upraw o najwęższej rozstawie rzędów. Jęczmień najczęściej jest siany w rozstawie od 10 do 15 cm. Taka technologia praktycznie wyklucza mechaniczne zwalczanie chwastów, zwłaszcza w późniejszych fazach rozwojowych. Przed pojawieniem się herbicydów, bronowanie zbóż należało do podstawowych zabiegów ograniczających zachwaszczenie. Adamczewski i Dobrzański (2008) powołując się na innych autorów podają, że bronowanie zbóż jarych w okresie szpilkowania niszczyło 50–80% chwastów, które weszły do tego czasu. Drugie bronowanie, wykonywane w okresie krzewienia niszczyło 40–60% nowych chwastów. Zbliżony pogląd przedstawiła Domańska (1980), analogicznie do terminów określiła skuteczność zabiegów bronowania na 60–80% i około 50%. Podobne zabiegi są stosowane w jęczmieniu ozimym, ale tylko jesienią. Domańska (1980) dopuszcza możliwość bronowania jęczmienia ozimego wiosną, ale informuje, że w efekcie tego zabiegu nie ginie więcej niż 30% chwastów. Ponadto szybkie krzewienie jęczmienia praktycznie uniemożliwia wykonanie tego zabiegu w okresie wiosny bez jego uszkodzenia.

Najczęściej używanym narzędziem do mechanicznego odchwaszczania jęczmienia jest brona chwastownik. Jak podają Adamczewski i Dobrzański (2008), to bardzo stare narzędzie przeżywa „renesans”, obecnie jest w dość

powszechnym użyciu, szczególnie w produkcji ekologicznej, w wielu krajach europejskich, w tym także w Polsce. Idziak i wsp. (2007) w oparciu o swoje badania zauważyli, że na wzorowo prowadzonych plantacjach, uwzględniających prawidłowy płodozmian, uprawę roli, nawożenie, pielęgnację, dobór odmian itp., można zrezygnować z zabiegów chemicznego odchwaszczania, przedstawiając na mechanicznej pielęgnacji roślin w postaci dwukrotnego bronowania. Prowadzone badania dotyczyły siewu mieszanki jęczmienia jarego z owsem. W takiej samej mieszance Jakubiak i Gałęzewski (2007) stwierdzili, że jest ona bardziej konkurencyjna w stosunku do chwastów niż oba zboża siane osobno. Nie zawsze istnieje zapotrzebowanie na siew mieszanek jęczmienia z innymi roślinami uprawnymi. Nie ulega jednak wątpliwości, że mieszanki jęczmienia (zagęszczenie siewu) wpływają na redukcję zachwaszczenia i tym samym na wzrost plonu. Na podstawie swoich badań Michalski i wsp. (2004) wywnioskowali, że mieszanki plonują wyżej niż ich pojedyncze komponenty. Badania Płazy i Ceglarka (2008) wykazały, że wpływ wsiewek życicy wielokwiatowej i koniczyny w jęczmień jary redukuje biomasa komosy białej, gwiazdnicy pospolitej, tobołków polnych i fiołka polnego.

Elementem ograniczającym występowanie chwastów są przystosowane do tego celu techniki siewu. Ziarno zbóż powinno być tak wysiewane, aby każda roślina rosła pojedynczo, w równej odległości od pozostałych. Im gęstszy siew tym mniejszy rozstaw rzędów, czyli mniej miejsca dla chwastów. Zależność tę potwierdzają badania Krawczyka i Kierzka (2009), na podstawie których autorzy jednoznacznie stwierdzają, że w systemie ekologicznym zwiększenie gęstości siewu oraz siew pasowy istotnie ograniczają biomasa chwastów. Jednocześnie należy wziąć pod uwagę, że rośliny siane rzadziej mają większy dostęp do światła słonecznego, co wpływa dodatnio na przebieg wielu procesów życiowych, wykształcają silniejszy system korzeniowy, łan jest lepiej przewietrzany i mniej narażony na porażenie przez choroby grzybowe oraz w przypadku niekorzystnych warunków klimatycznych (deszcz, duża wilgotność łanu), podczas żniwa ziarno jest mniej podatne na porastanie w kłosach.

Kolejny kierunek to odpowiedni dobór odmian. Według Leszczyńskiej i wsp. (2008) wieloletnie badania nad agrotechniką jęczmienia oraz dane COBORU pozwalają zasygnalizować praktyce rolniczej grupy odmian szczególnie przydatne do ekologicznego gospodarowania przy ograniczonych nakładach na nawożenie mineralne i bez użycia chemicznych środków ochrony. Autorzy za najbardziej odpowiednie odmiany uważają: Bies, Boss, Bryl, Justina, Nagradowski i Orthega.

Jednocześnie, rozpatrując wpływ agrotechniki na zachwaszczenie, należy stwierdzić, że wszystkie formy uprawy uproszczonej wpływają ujemnie na stan zachwaszczenia oraz jakość i wysokość plonu. Ujemny wpływ uprawy powierzchniowej i siewu bezpośredniego potwierdza wiele badań (Dzienia i wsp. 1998; Blecharczyk i Małecka 2003; Blecharczyk i wsp. 2007).

4.3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Jęczmień ozimy

Zwalczanie chwastów w jęczmieniu ozimym należy rozpocząć jesienią (Paradowski 1997; Kościelniak i Dreczka 2009). Często przyczyną zaniechania wykonania tego zabiegu jest obawa przed poniesionymi i niewykorzystanymi nakładami na herbicydy oraz kłopotami ze stanowiskiem pod rośliny następce w przypadku wymarznienia 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 posiać zboża lub niektóre inne rośliny jare, ograniczając koszty na kontynuację zabiegów zwalczających chwasty. Dlatego odchwaszczanie jęczmienia ozimego, bez większego ryzyka, można wykonać jesienią. Zaletą wykonania zabiegów w tym terminie jest właśnie zapobieganie niekorzystnemu działaniu niskiej temperatury podczas zimy. Na nieodchwaszczanych plantacjach jęczmienia 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 zwalczania. 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 rosnący jęczmień 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.

Jesiennie zabiegi odchwaszczania można rozpocząć bezpośrednio po siewie lub wykonać je nalistnie w różnych fazach rozwojowych jęczmienia. Brak chwastów podczas wykonywania zabiegu dogłębowego 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 weszły 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 i na gatunki chwastów zimujących 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 zarejestrowana do odchwaszczania jęczmienia ozimego, uwzględniająca terminy stosowania (jesień i wiosna), pozwala na wybór odpowiedniej kombinacji spośród ponad stu możliwości. Jeżeli uwzględnimy generyki oraz preparaty z importu równoległego zakres możliwości zawęży się do $\frac{1}{3}$ ogólnej liczby kombinacji, opartych zaledwie na około 30 substancjach czynnych.

Jęczmień jary

Zakres herbicydów zalecanych do odchwaszczania jęczmienia jarego i ozimego jest bardzo zbliżony. Analizując możliwości odchwaszczania jęczmienia jarego, łatwo stwierdzić, że obejmują one wycinek zaleceń dotyczący zwalczania chwastów w jęczmieniu ozimym. Stąd też niszczenie chwastów w tej uprawie nie powinno nastroczać większych trudności, chociaż jęczmień jary należy do roślin bardzo podatnych na zachwaszczenie (Zawiślak 1997). Podejście do odchwaszczania jęczmienia jarego jest różne: jak informuje Rudnicki i Jędrzejczak (2000) zboża jare odchwaszczane chemicznie plonują istotnie wyżej niż plantacje pozbawione takiej pielęgnacji. Zbliżone informacje podaje Krawczyk (2006) uważając, że aplikacja obniżonych dawek herbicydów w pszenicy jarej i jęczmieniu jarym, w systemie dawek dzielonych umożliwia efektywną ochronę przed zachwaszczeniem pierwotnym i wtórnym. Innym wnioskiem ze swoich

badan dzieli się Pawlonka (2009), który stwierdza, po zastosowaniu MCPA, podwyższoną ilość białka, co w przypadku jęczmienia browarnego nie jest korzystne.

W zbożach ozimych jednym z podstawowych chwastów jest miotła zbożowa, która w zbożach jarych występuje sporadycznie i nie stanowi problemu. Do jej zwalczania służy kilkadziesiąt herbicydów opartych na kilkunastu substancjach czynnych. Program ochrony jęczmienia jarego jest pomniejszony przede wszystkim o te herbicydy. Pozostałe środki chwastobójcze są stosowane bardzo często w takich samych lub nieco obniżonych dawkach. W jęczmieniu jarym zakres stosowania herbicydów obejmuje krótszy termin i praktycznie ogranicza się do zaleceń wiosennych dla zbóż ozimych. Nalistna ochrona jęczmienia jarego przed chwastami obejmuje zabiegi od fazy 2 liści do całkowicie rozwiniętego liścia flagowego (BBCH 12–39). Jęczmień jary jest uprawą, w której stosuje się wyłącznie środki nalistne.

Moment rozpoczęcia zabiegów nalistnych dla wszystkich herbicydów jest bardzo zbliżony. Według danych zamieszczonych w etykietach, dla większości kombinacji herbicydowych zaleca się wykonywać zabiegi od 3 liści lub od momentu rozpoczęcia krzewienia, co praktycznie oznacza ten sam termin. Tylko pojedyncze terminy są zalecane we wcześniejszych lub późniejszych fazach rozwojowych jęczmienia jarego. Podczas optymalnych warunków klimatycznych, rozwój zbóż jest bardzo szybki i w praktyce wszystkie zabiegi mogą być wykonane w okresie dwóch do trzech tygodni.

Zapobieganie wyleganiu

Zapobieganie, a co najmniej ograniczenie wylegania jest możliwe dzięki stosowaniu retardantów. Mechanizm działania tych środków polega na hamowaniu elongacyjnego wzrostu źdźbeł przy jednoczesnym przyroście ścian źdźbeł na grubość (Matysiak 2006). Wpływ na te dwa elementy pozwala zapobiec niekorzystnemu zjawisku wylegania.

CCC to popularny skrót określający chlorek chloromekwatu (dawniej: chlorek chlorocholiny). Wnika on do roślin przede wszystkim przez liście i w małym stopniu jest pobierany przez korzenie. Następnie jest przemieszczany do stożków wzrostu, w których blokuje biosyntezę giberelin, czyli w końcowym efekcie hamuje wzrost i zapobiega wyleganiu. W jęczmieniu jest wykorzystywany w małym stopniu. Etefon pobierany jest przez odcinek źdźbła, na które został zastosowany i powoduje jego starzenie. Mechanizm jego działania oparty jest na uwalnianiu z preparatu etylenu, który z kolei blokuje działanie innych substancji wzrostowych – auksyn, co także w efekcie prowadzi do skrócenia długości źdźbła.

Najnowszym regulatorem wzrostu jest trineksapak etylu, pobierany przez części zielone zbóż. Jego działanie jest zbliżone do CCC, również zakłóca procesy biosyntezy giberelin, jednak na innym etapie procesów fizjologicznych.

Decydującymi czynnikami mającymi wpływ na skracanie i usztywnia-

nie żdźbeł jest termin stosowania regulatorów wzrostu i wysokość ich dawki. Dawki preparatów zawierających CCC w jęczmieniu są mało zróżnicowane i wahają się w granicach 1,0 do 1,25 l/ha produktów handlowych zawierających 620 g/l CCC. Produkty oparte na CCC w jęczmieniu jarym zalecane są bardzo wcześnie, bo w fazie od 2 do 4 liści. Tego typu zabiegi skracania żdźbła mają także pozytywny wpływ na rozwój korzeni oraz proces krzewienia się. Nie zaleca się tych środków w uprawie jęczmienia ozimego.

Wszystkie formy użytkowe etefonu są produkowane w formułacji 480 SL lub 510 SL. W jęczmieniu ozimym zalecana jest dawka około 1,5 l preparatu na hektar, w uprawach jarych tej rośliny zalecana jest połowa tej dawki. Termin stosowania dla jęczmienia jarego i ozimego jest taki sam (minimalne różnice) – od fazy drugiego kolanka do otwarcia się pochwy liściowej liścia flagowego (BBCH 32–47) lub pierwszych ości (BBCH 32–49).

Trineksapak etylu jest zalecany w obu jęczmieniach. W ozimym, w dawce wyższej (0,6 l/ha), natomiast w jarym, w dawce obniżonej do 0,4 l/ha. Początkowy termin dla obu jest taki sam. Zabiegi można rozpocząć od fazy 1. kolanka. W jęczmieniu jarym termin jest krótki, ponieważ zabiegi należy zakończyć w fazie drugiego kolanka, natomiast w jęczmieniu ozimym opryskiwanie można wykonywać do fazy całkowicie rozwiniętego liścia flagowego (BBCH 39).

Na prawidłowy proces skracania ma wpływ także przebieg temperatury. Środki zalecane do skracania żdźbła (chlorek chlormekwatu, etefon i trineksapak etylu) powinny być stosowane w temperaturze nie niższej niż 10°C. Taka temperatura po zabiegu powinna się utrzymywać, chociaż przez kilka godzin na dobę, przez 6–7 dni. Zabieg musi być wykonany na rośliny suche, w niepewnych warunkach kilka godzin przed spodziewanym deszczem. Stosowanie retardantów nie zawsze gwarantuje zabezpieczenie plantacji jęczmienia przed wyłgnięciem. W najgorszym przypadku ten niekorzystny proces zostaje opóźniony. Powoduje to co najmniej częściowe zabezpieczenie przed stratami ilościowymi i wpływa na cechy jakościowe ziarna jęczmienia. Retardanty, poza umożliwieniem zebrania większej ilości jakościowo dobrego ziarna, pośrednio działają plonotwórczo.

Ułatwianie zbioru jęczmienia jarego i ozimego

Przed zbiorem jęczmienia ozimego i jarego w celu zniszczenia perzu właściwego i pozostałych chwastów oraz ułatwienia zbioru można zastosować środki zawierające glifosat. Zalecane są w fazie dojrzałości woskowej ziarna jęczmienia, gdy jego wilgotność wynosi 20–30%. Praktycznie to 10 do 14 dni przed przewidywanym zbiorem. Chwasty, w trakcie przeprowadzania zabiegu powinny być zielone i znajdować się w fazie intensywnego rozwoju. Podane dawki dotyczą uzyskania efektu desykacji i zwalczania perzu. Zalecane dawki najczęściej używanej formy użytkowej (360 SL) wynoszą od 3,0 do 4,0 l/ha. Dawka niższa jest zalecana przy wydajności opryskiwacza wynoszącej 100–150 l cieczy roboczej, dawkę wyższą stosuje się przy wydatku 200–300 l/ha cieczy roboczej. Niektóre z herbicydów, w dawce niższej, można stosować łącznie

z siarczanem amonowym – 5 kg/ha. Szczegółowe zalecenia należy sprawdzić w etykiecie. Najnowsze zalecenia informują o możliwości łącznego stosowania z konkretnymi adiuwantami. W przypadku występowania na plantacji chwastów bardziej odpornych niż perz, wymagających wyższej dawki glifosatu, można ją zastosować. Nie wszystkie formy handlowe glifosatu posiadają rejestrację stosowania w jęczmieniach. Wynika to z przesłanek proceduralnych wymaganych podczas rejestracji, a nie z braku ich selektywności.

Przedstawionych zabiegów **nie można stosować** na plantacjach nasien-nych. Słomy z plantacji traktowanych glifosatem, nie należy używać jako podłoża ogrodniczego. Natomiast ziarno można w pełni wykorzystać do konsumpcji dla ludzi lub jako paszę dla zwierząt. Słomę również można używać jako paszę lub ściółkę dla zwierząt.

Pełen efekt uzyskuje się po zabiegu na suche rośliny, podczas którego temperatura praktycznie nie ma znaczenia.

Kompensacja chwastów

Wraz z początkiem XXI wieku wzrosło zainteresowanie, a co gorsza, zagrożenie dwoma niekorzystnymi zjawiskami w ochronie roślin. Są nimi: kompensacja chwastów oraz ich uodpornianie się (rozdział 7).

Kompensacja chwastów polega na masowym występowaniu, na określonym areale, jednego gatunku chwastu. Oczywiście w praktyce towarzyszą mu pojedyncze egzemplarze innych chwastów. Taki typ zachwaszczenia jest bardzo niekorzystny dla jęczmienia oraz wszystkich innych roślin uprawnych. Wykazano doświadczalnie, że taka sama liczba różnych gatunków chwastów jest mniej konkurencyjna niż identyczna liczba takiego samego gatunku. Szkodliwość masowego występowania jednego gatunku polega głównie na jednostronnym, wybiórczym pobieraniu substancji pokarmowych. Zjawisko to jest podobne do braku jednego składnika pokarmowego (beczka Libiga).

Równie niepożądanym i z punktu widzenia zwalczania chwastów trudnym do opanowania, jest zjawisko uodporniania się chwastów na działanie stosowanych herbicydów. Należy tu podkreślić, że zagadnienie to nie dotyczy chwastów odpornych na dany związek, ale uodpornionych. Oznacza to przejście ich z grupy wrażliwych do niewrażliwych na tę samą substancję czynną. Zjawisko uodporniania jest bardzo skomplikowane, a mechanizm jego powstawania wyjaśniają badania na poziomie biologii molekularnej.

Rolnicy są jednak bardziej zainteresowani tymi zjawiskami z praktycznego punktu widzenia, jak im zapobiec, jeżeli wystąpiły, a jeszcze bardziej, jak nie dopuścić do ich powstania. W tabeli 15. zamieszczono zarejestrowane w jęczmie-niu substancje czynne, z podziałem na siedem podstawowych grup określających mechanizmy działania. Zjawisku kompensacji chwastów należy przeciwdziałać przede wszystkim, wprowadzając rotacyjne stosowanie herbicydów. W etykietach pojawiły się pierwsze dane na temat częstotliwości stosowania określonych ilości substancji czynnych na przestrzeni np. 3 lat. Zamiast samej zmiany

substancji czynnej, należy zwrócić uwagę czy inna możliwa do zastosowania posiada odmienny mechanizm działania. Nie jest istotne, jaki to mechanizm działania – ważne, że inny. Jednym z dobrych rozwiązań jest stosowanie zarejestrowanych mieszanin herbicydowych. Jeżeli istnieje możliwość wyboru zawsze lepiej zastosować taką mieszaninę, której poszczególne komponenty w różny sposób działają destrukcyjnie na chwasty. Jeżeli w gospodarstwie stwierdzono kompensację, to niestety, wydatki finansowe przeznaczone na ochronę będą większe. Zalecana jest aplikacja mieszanin fabrycznych oraz mieszanin sporządzanych bezpośrednio przed zabiegiem, a także środków drogich – przeznaczonych do zwalczania specyficznego zachwaszczenia. Wymagane jest stosowanie herbicydów w najwyższych zalecanych dawkach i, jeżeli istnieją takie zalecenia, łącznie z adiuwantami. Często wykorzystuje się metodę dawek dzielonych, pomimo wyższych kosztów związanych z większą ilością przejazdów, ponieważ w ten sposób całkowicie można kontrolować zachwaszczenie w uprawie jęczmienia.

Zjawisku kompensacji chwastów można stosunkowo łatwo zapobiec, łączy się ono jedynie z większymi kosztami. Problem uodpornienia się chwastów zaskakuje i może okazać się trudny do szybkiego opanowania. Nagle spostrzeżę się, że do tej pory skuteczny herbicyd przestał działać. W takiej sytuacji należy zdecydowanie zmienić stosowaną substancję czynną na charakteryzującą się innym mechanizmem działania. Niektóre chwasty poza mechanizmem odporności prostej, czyli odporności tylko na jedną substancję czynną posiadają mechanizm odporności mieszanej. Ten typ obrony chwastów polega na odporności, na co najmniej dwie substancje czynne wykazujące ten sam mechanizm działania. Najbardziej groźną formą jest odporność wielokrotna polegająca na niewrażliwości danego ekotypu na więcej niż dwie substancje czynne wykazujące różne mechanizmy działania. Współczesna nauka odkrywa coraz to nowsze mechanizmy działania, badania są coraz bardziej skomplikowane i trudne do zrozumienia dla osób bezpośrednio niezaangażowanych w tematykę od strony naukowej. Jak dotąd nie ma to wpływu na zmiany w zapobieganiu temu zjawisku. Proces postępowania podobny jest do tego, jak podczas ograniczania i likwidacji kompensacji, czyli można go rozwiązywać, stosując herbicyd o innym mechanizmie działania. Niestety nie zawsze daje to stuprocentową gwarancję zlikwidowania tego niekorzystnego zjawiska już po pierwszym zabiegu. Bardziej skomplikowane formy uodporniania się chwastów mogą okazać się kłopotliwe i trudne do rozwiązania w trakcie jednego czy dwóch sezonów wegetacyjnych. Bez względu na uzyskany efekt chwastobójczy nie należy zrażać się niepowodzeniami i kontynuować walkę w kolejnych sezonach. W sytuacjach początkowo nieopanowanych należy poszukiwać odpowiednich komponentów, a najlepiej ich mieszanin, aż do uzyskania odpowiedniego skutku i zadawalającego efektu końcowego.

Tabela 15. Klasyfikacja mechanizmów działania niektórych substancji czynnych środków chwastobójczych stosowanych w uprawie jęczmienia jarego i ozimego

Regulatory wzrostu
2,4-D, chlopyralid, dichloroprop-p, dikamba, fluroksypyr, MCPA, mekoprop-p
Inhibitory syntezy aminokwasów
amidosulfuron, chlorosulfuron, florasulam, jodosulfuron metylosodowy, metazulam, mezosulfuron metylowy, propoksykarbazon sodowy, sulfosulfuron, tifensulfuron, triasulfuron, tribenuron metylowy, triflusaluron, tritosulfuron
Inhibitory syntezy lipidów
fenoksaprop-P-etylu, pinoksaden, tralkoksydym
Inhibitory wzrostu merystemów
diflufenikan, flufenacet, pendimetalina
Inhibitory fotosyntezy
chlorotoluron, izoproturon, metrybuzyna
Inhibitory syntezy pigmentów
flurtamon
Destruktry błon komórkowych
bifenoks, karfentrazon etylowy

Omówione sposoby przeciwdziałania tym zjawiskom są identyczne w postępowaniu profilaktycznym. Dlatego nie należy biernie czekać, aż jedno z takich niepożądanych zjawisk zaobserwujemy na polach, tylko już zawczasu przeciwdziałać. Do takich czynności należy rotacja w stosowaniu herbicydów (inne substancje czynne, najlepiej o innym mechanizmie działania) i stosowanie mieszanin fabrycznych lub sporządzanych tuż przed zabiegiem w zbiorniku opryskiwacza, w skład których podobnie jak poprzednio wchodzi, najlepiej, związki z innych grup chemicznych. Dotyczy to także prawidłowego płodozmianu roślin uprawnych, ponieważ ten, w pewien sposób wymusza stosowanie różnych herbicydów o innym sposobie ograniczania zachwaszczenia.

Wpływ warunków klimatycznych na skuteczność zabiegów chwastobójczych w jęczmieniu

Końcowy efekt zabiegu ochrony jest uzależniony od przebiegu czynników klimatycznych. Do najważniejszych należy temperatura, która determinuje reakcję zarówno roślin chronionych, jak i zwalczanych. Ponadto wywiera wpływ na ciecz użytkową. Optymalną temperaturą cieczy zabiegowej jest temperatura otoczenia. Za niska temperatura wody użytej do opryskiwania może wpłynąć na częściowe rozpuszczenie się i nierównomierne rozproszenie w niej substan-

cji czynnej. Do znacznego obniżenia rozpuszczalności dochodzi często, gdy bezpośrednio przed zabiegiem do cieczy użytkowej dodaje się mocznik.

W niektórych przypadkach na liściach można zauważyć wykrystalizowaną substancję czynną, tzw. depozyt. Jest to efekt wykonywania zabiegu podczas wysokiej temperatury, zwłaszcza w warunkach silnego nasłonecznienia. Dochodzi wtedy do nagłego odparowania cieczy, zwłaszcza lotnych substancji czynnych. Zmniejsza to skuteczność zabiegu. Z jednej strony rozwiązaniem problemu jest kontrolowane stosowanie preparatów z adiuwantami. Z drugiej strony działanie herbicydów zastosowanych w zbyt wysokiej temperaturze absolutnie nie obniża skuteczności chwastobójczej, a może spowodować fitotoksyczne działanie w stosunku do zbóż.

W niższej temperaturze wszystkie czynności życiowe rośliny przebiegają wolniej. Herbicydy dolistne powoli wnikają do chwastów. Tempo ich rozprzestrzeniania się jest również wolne. Zastosowane środki stają się mniej skuteczne. Podczas ich początkowego działania chwasty zamiast ginąć, wolno rosną, wraz z upływem czasu stają się coraz silniejsze i ostatecznie zamiast ulec fitotoksycznemu działaniu zastosowanego herbicydu, pozostają przy życiu.

Problemy związane z temperaturą dotyczą głównie zbóż ozimych. Jęczmień ozimy jest siany stosunkowo wcześniej, jednak zmienna jesienno-pogoda powoduje, że niejednokrotnie termin zabiegu przypada na okres panowania zbyt niskiej temperatury, w której działanie wielu herbicydów jest ograniczone. Więcej kłopotów sprawia wiosna. Zdarza się, że w terminie wykonywania pierwszych zabiegów jest jeszcze zbyt zimno, a terminy opryskiwań późnowiosennych lub wykonywanych wczesnym latem, często przypadają na okres panowania wysokiej temperatury. Innym niebezpieczeństwem jest stosowanie herbicydów bardzo lotnych podczas wyższej temperatury. Ulegają one inwersji, czyli unoszeniu cieczy opryskowej. Ta po wzniesieniu się do wysokości chłodnych warstw powietrza zaczyna opadać i pod wpływem ruchów powietrza przemieszczać na okoliczne plantacje. W ten sposób może dojść do bardzo silnych uszkodzeń innych roślin uprawnych.

Jeżeli pozwalają na to fazy rozwojowe jęczmienia i chwastów, zdecydowanie lepiej stosować preparaty w temperaturze optymalnej. Pozwala to na uzyskanie zadawalającego efektu chwastobójczego już po zastosowaniu najniższych zalecanych dawek. Temperatura maksymalna jest przede wszystkim związana z bezpieczeństwem jęczmienia jarego i ozimego. Określenie wysoka temperatura jest dość względne. Dane dotyczące stosowania poszczególnych substancji czynnych (preparatów) na ogół są zamieszczane w etykietach. Najczęściej najwyższą wartością jest 25°C. W takich warunkach należy unikać zabiegów zwłaszcza podczas silnej operacji słońca. Również lepiej ich nie wykonywać, gdy temperatura osiąga wartość graniczną. Wówczas zaleca się zachować pewną tolerancję i zawsze brać pod uwagę błąd odczytu, nieprecyzyjność termometru lub niedokładność przekazanej informacji. Do praktycznych wskazówek należy mierzenie temperatury w polu na miejscu zabiegu, czyli bezpośrednio nad

glebą przed wykonywaniem zabiegów doglebowych i wczesnych powschodowych lub nad łanem jęczmienia bezpośrednio przed zabiegami nalistnymi. Nie należy odczytywać danych z termometrów umieszczonych na zabudowaniach gospodarczych lub na budynku mieszkalnym, które najczęściej są znacznie oddalone od pól uprawnych.

W przypadku stosowania gotowych dwu- lub trzyskładnikowych fabrycznych mieszanin, zakresy temperatury należy sprawdzić w etykietach. Są one uzależnione od komponentów preparatu. W przypadku stosowania mieszanin sporządzanych w zbiorniku opryskiwacza, proces chwastobójczy na ogół zaczyna się w zakresie temperatury komponenta, który zaczyna działać w niższej temperaturze.

Drugim czynnikiem klimatycznym są opady deszczu. Te determinują zarówno działanie herbicydów doglebowych, jak i nalistnych. W pierwszym przypadku wymagana jest wilgotność gleby. Takie warunki stwarzają możliwość wniknięcia substancji czynnej do rośliny przez okrywę nasienną bądź przez korzonek lub kielek. Aktywne działanie w roślinie prowadzi do jej obumarcia. Im ten proces następuje szybciej tym większa szansa skutecznego działania. Dlatego preparaty doglebowe, stosowane na przesuszoną glebę, działają mniej skutecznie, a ich końcowy efekt jest związany z jak najszybszymi opadami deszczu po wykonaniu zabiegu.

W przypadku stosowania herbicydów tylko o działaniu nalistnym deszcz powoduje zmycie substancji czynnej do gleby, gdzie nie wykazuje ona już aktywności. Okres taki, dla poszczególnych herbicydów, waha się w granicach od jednej do ośmiu godzin po zabiegu, a także uzależniony jest od samej substancji czynnej oraz od formy użytkowej preparatu. Stosowanie adiuwantów zmniejsza efekty tego niekorzystnego zjawiska. Powstaje ono także w przypadku wykonania zabiegu na rośliny mokre np. krótko po deszczu lub na rośliny pokryte rosą lub opadającą mgłą.

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB

5.1. Najważniejsze choroby

Najczęściej występującą chorobą w uprawie jęczmienia jest plamistość siatkowa jęczmienia (Korbas i Kosiada 2015). W uprawie tego gatunku występują również: mączniak prawdziwy zbóż i traw, rynchosporioza zbóż, rdza jęczmienia, pleśń śniegowa, łamliwość źdźbła zbóż, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni oraz inne (tab. 16). Duże nasilenie występowania tych chorób prowadzi do znacznych strat plonu. Ważną chorobą jest też fuzarioza kłosa, której występowanie jest szczególnie niebezpieczne ze względu na możliwość wytwarzania przez grzyby rodzaju *Fusarium* mikotoksyn.

Oprócz chorób powodowanych przez grzyby niebezpieczne przede wszystkim dla ozimych form jęczmienia są choroby wirusowe, zwłaszcza w przypadku wczesnych zakażeń jesiennych. Najważniejszymi chorobami wirusowymi jęczmienia są: żółta karłowatość jęczmienia, żółta mozaika jęczmienia i karłowatość pszenicy na jęczmieniu.

W Polsce wirus żółtej mozaiki jęczmienia (BaYMV) został zidentyfikowany w 2008 roku (Jeżewska i Trzmiel 2009). Prowadzony w kolejnych latach monitoring występowania wirusów na jęczmieniu ozimym wykazał, że głównym sprawcą choroby jest BaYMV (Jeżewska i wsp. 2010). Choroba atakuje wszystkie gatunki zbóż i traw jednak najbardziej niebezpieczna jest dla jęczmienia.

Jęczmień jest gospodarzem większej liczby wirusów, których obecność wykryto w Polsce, ale rzadszych i o mniejszej szkodliwości. Ich sporadyczne występowanie może być stwierdzone tylko na podstawie badań laboratoryjnych, przeprowadzanych przykładowo w Zakładzie Wirusologii i Bakteriologii Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu.

Tabela 16. Znaczenie gospodarcze chorób jęczmienia ozimego i jarego w Polsce

Choroba	Sprawca(y)	Znaczenie	
		forma ozima	forma jara
Askochytoza zbóż	<i>Ascochyta graminicola</i>	++	+
Czarna plamistość liści jęczmienia	<i>Helminthosporium</i> spp.	+	+
Czerń zbóż	<i>Cladosporium herbarum</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Alternaria</i> spp.	+	+
Fuzarioza kłosów	<i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Microdochium nivale</i>	+++	+++
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	<i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , inne <i>Fusarium</i> spp.	++	+
Głownia pyłaca jęczmienia	<i>Ustilago nuda</i>	+++	+++

Tabela 16. Znaczenie gospodarcze chorób jęczmienia ozimego i jarego w Polsce – cd.

Choroba	Sprawca(y)	Znaczenie	
		forma ozima	forma jara
Głownia zwarta jęczmienia	<i>Ustilago hordei</i>	+	+
Łamliwość źdźbła zbóż	<i>Oculimacula acufiformis</i> , <i>O. yallundae</i>	++	+
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	<i>Blumeria graminis</i>	+++	+++
Ostra plamistość oczkowa	<i>Ceratorhiza cerealis</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	+	–
Pałecznicza zbóż i traw	<i>Typhula</i> spp.	++	–
Pasiastość liści jęczmienia	<i>Pyrenophora graminea</i>	++	++
Plamistość siatkowa jęczmienia	<i>Pyrenophora teres</i>	++	++
Pleśń śniegowa	<i>Microdochium nivale</i> (<i>Fusarium nivale</i>)	++	–
Ramularioza (plamistości liści)	<i>Ramularia collo-cygni</i>	+	+
Rdza jęczmienia	<i>Puccinia hordei</i>	++	++
Rdza źdźbłowa zbóż i traw	<i>Puccinia graminis</i>	+	+
Rdza żółta	<i>Puccinia striiformis</i>	+	+
Rynchosporioza zbóż	<i>Rhynchosporium secalis</i>	+++	++
Sporysz zbóż i traw	<i>Sphacelia segetum</i> (dawniej <i>Claviceps purpurea</i>)	+	+
Zgorzel podstawy źdźbła	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	++	–
Zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+	+
Zgorzel siewek	<i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp., <i>Alternaria alternata</i> , <i>Alternaria</i> spp.	++	++
Żółta karłowatość jęczmienia	<i>Barley yellow dwarf virus-MAV</i> (BYDV-MAV), <i>Barley yellow dwarf virus-PAV</i> (BYDV-PAV), <i>Cereal yellow dwarf virus-RPV</i> (CYDV-RPV)	+	–

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

Znajomość źródeł infekcji oraz warunków, które sprzyjają występowaniu chorób są pomocne przy precyzyjnym określeniu terminu zabiegu (tab. 17).

Tabela 17. Choroby i najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla ich rozwoju

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Askochytoza zbóż	porażone rośliny – samosiewy, resztki poźniwne	12–25	wysoka wilgotność względna powietrza
Czarna plamistość liści jęczmienia	samosiewy, resztki poźniwne	15–20	wysoka wilgotność względna powietrza
Czerń zbóż	resztki poźniwne, zarodniki konidialne przenoszone z deszczem i wiatrem	15–25	wysoka wilgotność względna powietrza
Fuzarioza kłosów	resztki poźniwne, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	15–25	ciepło, wysoka wilgotność względna powietrza
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	resztki poźniwne, porażone ziarniaki, zarodniki rozprzestrzeniające się z kroplami deszczu	5–25	wysoka wilgotność względna powietrza i gleby lub gleba przesuszona
Głownia pyłaca jęczmienia	zakażony materiał siewny	8–20	–
Głownia zwarta jęczmienia	zanieczyszczony materiał siewny	8–20	–
Łamliwość źdźbła zbóż	resztki poźniwne, zarodniki konidialne, askospory	5–15	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	zarodniki konidialne, askospory	5–30	50–100% wilgotności względnej powietrza
Ostra plamistość oczkowa	sklerocja w glebie	15–25	ciepło, sucho, brak wilgoci w glebie
Pałecznicza zbóż i traw	porażone rośliny, przetrwalniki w glebie	0–5	wysoka wilgotność względna powietrza i niska temperatura gleby
Pasiastość liści jęczmienia	zakażone ziarno	15–20	–
Plamistość siatkowa jęczmienia	zakażone ziarno, samosiewy, resztki poźniwne	15–25	wysoka wilgotność względna powietrza
Pleśń śniegowa	gleba, resztki poźniwne	0–5	wilgotno, gleba niezamarznięta, zimą okrywa śnieżna
Rdza jęczmienia	porażone samosiewy	5–22	wysoka wilgotność
Rdza źdźbłowa zbóż i traw	ecjospory powstające na żywicielu pośrednim (berberys zwyczajny i mahonia)	ok. 20	wysoka wilgotność względna powietrza
Rdza żółta	urediniospory samosiewów zbóż i ozimin	10–15, nowe patotypy 10–28	wysoka wilgotność, nowe patotypy sucho i ciepło
Rynchosporioza zbóż	porażone ziarno, zarodniki konidialne	5–12	wysoka wilgotność

Tabela 17. Choroby i najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla ich rozwoju – cd.

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Sporysz zbóż i traw	sklerocja w glebie lub materiale siewnym, rosa miodowa w czasie kwitnienia, obecność owadów	18–25	sucho i ciepło
Zgorzel podstawy źdźbła	resztki poźniwne	10–25	sucha gleba
Zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	resztki poźniwne	2–25	wysoka wilgotność, gleba wilgotna
Zgorzel siewek	gleba, materiał siewny	umiarkowana	wysoka
Żółta karłowatość jęczmienia	zakażone samosiewy, obecność mszyc	10–25	umiarkowana wilgotność względna

Oprócz znajomości warunków sprzyjających występowaniu danej choroby ważne jest również prawidłowe jej określenie. W tabeli 18. opisane zostały charakterystyczne objawy chorób powodowane przez patogeny występujące w uprawie jęczmienia. Grzyby chorobotwórcze pojawiać się mogą na wszystkich częściach jęczmienia i występują od fazy kielkowania, gdy korzeń zarodkowy wyrasta z ziarniaka (BBCH 05) do końca dojrzewania (BBCH 89) (tab. 19).

Tabela 18. Cechy diagnostyczne chorób jęczmienia

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Askochytoza zbóż	Owalne plamy otoczone brązową obwódką, wewnątrz plam białe, pergaminowe, na powierzchni plam czarne kuliste owocniki. Objawy występują na liściach, pochwach liściowych i kłosach (fot. 1).	rynchosporioza zbóż, pleśń śniegowa zbóż
Czarna plamistość liści jęczmienia	Objawy na korzeniach, węzłach krzewienia i pochwach liściowych występują w postaci ciemnobrązowych, nekrotycznych uszkodzeń. Na blaszkach liściowych i pochwach liściowych występują owalne, wydłużone jasno lub ciemnobrązowe plamy. Porażone kłosy czernieją, a ziarno jest pomarszczone.	plamistość siatkowa jęczmienia, nadmiar lub niedobór mikroelementów
Czerń zbóż	Na dojrzałych kłosach lub przedwcześnie zaschniętych częściach roślin pojawia się charakterystyczny czarny nalot przypominający sadzę, który pokrywa cały kłos lub jego część. Grzyby wywołujące chorobę powodują zmianę barwy kłosów i łanu ze złotożółtej na szarobrunatną.	spadź wytworzona przez mszyce występujące na kłosach
Fuzarioza kłosów	Zmiany chorobowe obserwuje się na kłosach i ziarnie. Żółte, częściowe lub całkowite przebarwienie kłosów, wskazuje na porażenie przez sprawcę choroby. Przy wysokiej wilgotności zainfekowane kłosy pokrywają się białym lub różowym nalotem. Ziarno porażone przez niektóre grzyby z rodzaju <i>Fusarium</i> może zawierać silnie trujące dla ludzi i zwierząt toksyny (fot. 2).	białokłosowość spowodowana przez choroby podsuszkowe lub uszkodzenia dokłosa lub korzeni przez szkodniki (wciornastki, mszyce korzeniowe)

Tabela 18. Cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	Porażeniu ulegają korzenie i podstawa źdźbła. Pierwsze symptomy choroby widoczne są już jesienią. Mogą mieć postać brunatnych lub brązowych smug, kresek oraz plam nieregularnego kształtu. Pochwy liściowe zmieniają barwę z zielonej na brązową. Niekiedy można obserwować zbrązowienie całej podstawy źdźbła i korzeni. Końcowym etapem choroby jest całkowite, przedwczesne zamieranie porażonych pędów i tzw. bielenie kłosów.	nietypowe objawy łamliwości źdźbła zbóż i (lub) ostrej plamistości oczkowej
Głownia pyłaca jęczmienia	Kłosa roślin porażonych ukazują się nieco wcześniej niż kłosa roślin zdrowych. Ciemnobrunatne skupienia zarodników głowni, pokrywające w całości kłos mają początkowo delikatną, szarobiałą osłonkę, która wkrótce ulega zniszczeniu, a masa zarodników (teliospor) rozpyła się pod wpływem wiatru i pozostają tylko kłosa z osadkami kłosków (fot. 3).	głownia zwarta jęczmienia, czerń zbóż
Głownia zwarta jęczmienia	Kłosa roślin pozostają w pochwach liściowych lub wydostają się z nich tylko częściowo. Kłosi jęczmienia nie zmieniają kształtu i pokryte są cienką, srebrzystą błonką, która jest pozostałością plewek i plew. Brunatna masa zarodników jest początkowo miękka, potem twardnieje i rozpada się na grudki. Liście i źdźbła porażonych roślin długo są zielone (fot. 4).	głownia pyłaca jęczmienia, czerń zbóż
Łamliwość źdźbła zbóż	Objawy można stwierdzić już jesienią lub wczesną wiosną – mają postać niewielkich, nieco wydłużonych, brązowych plam na powierzchni pochew liściowych. W centralnej części plam tworzą się czarne „łatki”. Przy silnym porażeniu murszeje cała podstawa źdźbła. W miejscu porażenia źdźbło jest kruche i łatwo się łamie. Silnie porażone źdźbła mają zbielełe, płonne kłosa i urywają się łatwo przy wyciąganiu ich z ziemi. W warunkach dużego nasilenia choroby straty w plonie ziarna mogą wynosić około 30%.	ostra plamistość oczkowa, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	Pierwsze objawy choroby można obserwować już jesienią. Na zielonych częściach roślin – liściach, pochwach liściowych, a w późniejszym okresie na źdźbłach i plewach pojawiają się skupienia białego nalotu. Początkowo średnica tych skupień wynosi od jednego do kilku mm i w tym etapie tworzy je luźna, biała grzybnia, z trzonkami i zarodnikami konidialnymi. W obrębie starszego, zwanego nalotu powstają ciemnobrunatne otocznie, wyglądające jak czarne punkty. Straty wywołane przez mączniaka prawdziwego wynoszą w naszych warunkach średnio około 8% plonu ziarna, ale niekiedy są one znacznie wyższe i przekraczają 40% (fot. 5).	plamy oparzenia przez nawozy
Ostra plamistość oczkowa	Pierwsze zmiany chorobowe dostrzegane są na pochwach liściowych. Są to plamy o ciemnej obwódce i o bardzo wyraźnych granicach. Są to powierzchniowe przebarwienia mające spiczaste zakończenie, ich środek jest jasny. Powierzchnię plamy często pokrywa nalot beżowej grzybni, w której obrębie formują się małe, brązowe struktury przetrwalnikowe patogenu – sklerocja. Wyraźne, ostro zakończone plamy występują także na podstawie źdźbła. Sporadycznie mogą występować nekrozy na korzeniach.	łamliwość źdźbł zbóż, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni

Tabela 18. Cechy diagnostyczne chorób jęczmienia – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Pałecznicza zbroń i traw	Objawy porażenia można zaobserwować wiosną, kiedy w niektórych miejscach są place zahamowanych we wzroście, chlorotycznych i słabo rozkrzewionych, niekiedy pokrytych grzybnią roślin. Po wyciągnięciu z ziemi rośliny mają zniszczone węzły krzewienia i korzenie. U podstawy roślin, pod pochwami liściowymi, na liściach lub korzeniach można zaobserwować drobne, kuliste, żółte, brązowe lub czarne sklerocja (fot. 6).	fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni, łamliwość źdźbła zbroń
Pasiastość liści jęczmienia	W fazie strzelania w źdźbło na liściach występują początkowo żółte, a później brunatne, długie smugi między nerwami. Na plamach może pojawić się brunatny nalot zarodnikowania konidialnego grzyba. W miejscach przebarwienia liście pękają na wąskie pasma powodując tzw. rzemikowatość liści. Liście stopniowo zamierają przed lub w czasie kłoszenia. Rośliny są niższe i nie wyklaszają się lub wytwarzają pośląd lub płonne kłosy (fot. 7).	plamistość siatkowa jęczmienia
Plamistość siatkowa jęczmienia	Objawy występują we wszystkich fazach rozwojowych roślin. Na liściach początkowo są to małe brunatne plamki, które składają się z poprzecznych i podłużnych brunatnych nekroz, tworząc wzór „siatki” i mogą występować jednocześnie w kilku miejscach na liściu (objawy typowe). Stopniowo w tym miejscu pojawia się chloroza i żółknięcie blaszki liściowej, silnie porażone liście zamierają. Niekiedy można też obserwować plamy brunatnoczarne lub ciemnobrunatne o nieregularnym kształcie z wąską żółtą obwódką. Mogą to być plamy punktowe lub w postaci smug (objawy nietypowe). Typ objawów zależy od szczepu grzyba i reakcji odmiany. Objawy w postaci brązowych, nieregularnych plam obserwuje się też na pochwach liściowych, źdźbłach, kłosach, na ościach i plewach. Porażone mogą zostać również ziarniaki, które przybierają ciemniejszą barwę (fot. 8).	nadmiar lub niedobór mikroskładników pokarmowych
Pleśń śniegowa zbroń	Wiosną, po stopnieniu śniegu na nadziemnych częściach roślin rozwija się białoróżowy nalot złożony z grzybni i zarodników konidialnych <i>Microdochium nivale</i> (<i>Fusarium nivale</i>). Objawy te mogą występować na plantacji 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 czarne punkty.	zgorzel siewek
Rdza jęczmienia	Głównie na górnej stronie liści pod skórka widoczne są uredinia, czyli skupienia urediniospor (zarodników propagacyjnych), w postaci pomarańczowych lub rdzawobrunatnych poduszeczek. Pod koniec wegetacji widoczne są na dolnej stronie liści czarne skupienia teliospor (zarodniki jesienne) (fot. 9).	rdza żółta zbroń i traw
Rdza źdźbłowa zbroń i traw	Porażeniu ulegają przede wszystkim źdźbła i pochwy liściowe zbroń. Skupienia zarodników tej rdzy rozwijają się początkowo pod skórka. Z czasem skórka pęka, a jej postrzępione brzegi są dobrze widoczne wśród dojrzałych, ciemnoceglastych uredinów (skupisk zarodników letnich). W nieco późniejszym okresie obserwuje się w miejscach porażenia powstawanie czarnych skupień teliospor (zarodników jesiennych).	rdza żółta, rdza brunatna

Tabela 18. Cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne	Możliwość pomylenia objawów
Rdza żółta zbóż i traw	Bardzo charakterystyczne objawy choroby najlepiej widoczne są w maju lub czerwcu. Uredinia (skupiska zarodników letnich) koloru żółtopomarańczowego, o wydłużonym kształcie i lekko wzniesione powstają pod skórą i są ułożone liniowo, między nerwami. Rzędy urediniów tworzą żółte paski o długości kilku milimetrów.	rdza brunatna – wczesne uredinia
Rynchosporioza zbóż	Objawy choroby widoczne są od początku fazy strzelania w źdźbło na liściach i pochwach liściowych w postaci owalnych lub soczewkowatych jasnozielonych plam, które z czasem przybierają kolor słonkowy lub jasnobrunatny. Wokół plamy występuje jasna, niekiedy wyraźnie oddzielona od części zdrowej obwódka. Przy silnym porażeniu plamy zlewają się ze sobą i tworzą nieregularną nekrozę. Gdy plamy występują u nasady liścia, liść zasycha (fot. 10).	fuzarioza liści
Sporysz zbóż i traw	W czasie kwitnienia zbóż pojawiają się na zarażonych kłosach kropelki żółtawej gęstej wydzieliny. Wkrótce potem w poszczególnych kłoskach rozwijają się zamiast ziarna sklerocja sporyszu. Są one wydłużone, wygięte, twarde, a jednocześnie łamliwe.	choroby bakteryjne kłosa
Zgorzel podstawy źdźbła	W fazie krzewienia, zahamowanie wzrostu, chloroza, korzenie częściowo lub całkowicie znekrotyzowane. W fazie kłoszenia białokłosowość – wcześniejsze zamieranie kłosów. W fazie dojrzałości pełnej, czarne martwe korzenie, poczerniała podstawa źdźbła.	fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni
Zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	Korzenie martwe, brunatnobrązowe, zahamowanie wzrostu, białokłosowość.	łamliwość źdźbła, zgorzel podstawy źdźbła
Zgorzel siewek	Zgorzel przedwschodowa objawia się brakiem wschodów roślin – grzyby chorobotwórcze porażające kielki i korzonki zarodkowe powodują zamieranie. W przypadku zgorzeli powstającej na kielku rośliny kielkują i ukazują się nad powierzchnią gruntu, ale mają zahamowany wzrost, są słabo wykształcone. Silnie porażone z czasem żółkną i zamierają.	uszkodzenia przez ploniarke i śmietki
Żółta karłowatość jęczmienia	Porażone rośliny są zahamowane we wzroście i mają przebarwione liście. Liście jęczmienia przebarwiają się na kolor intensywnie żółty, widoczne są też skarlówacenia. Zmiany barwy powstają początkowo na wierzchołkach liści, a następnie obejmują całą powierzchnię blaszki liściowej. Liście stają się kruche i sztywne, a nasilenie krzewienia powoduje zmianę pokroju rośliny na krzaczasty. Porażone rośliny widoczne są na polu przeważnie skupione w ogniskach, choć zdarzają się porażenia rozproszone (fot. 11). Dla rozwoju objawów bardzo istotna jest faza rozwoju w momencie zakażenia, im wcześniejsza tym objawy silniejsze. Wpływ na postać symptomów mają też takie czynniki, jak: gatunek wirusa, temperatura, a nawet natężenie światła, czy reakcja odmianowa. Pomimo pewnego zróżnicowania reakcji odmian jęczmienia nie zdołano jak dotąd uzyskać zadawalającego poziomu odporności/tolerancji na żółtą karłowatość (fot. 11).	niedobory składników pokarmowych

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



Fot. 1. Askochytoza zbóż (fot. J. Danielewicz)



Fot. 2. Fuzarioza kłosów (fot. M. Korbas)



Fot. 3. Głownia pyłająca jęczmienia
(fot. J. Danielewicz)



Fot. 4. Głownia zwarta jęczmienia (fot. M. Korbas)



Fot. 5. Mączniak prawdziwy zbóż i traw
(fot. J. Danielewicz)



Fot. 6. Pałecznicza zbóż i traw (fot. M. Korbas)



Fot. 7. Pasiastość liści jęczmienia
(fot. J. Danielewicz)



Fot. 8. Plamistość siatkowa jęczmienia
(fot. M. Korbas)



Fot. 9. Rdza jęczmienia (fot. J. Danielewicz)



Fot. 10. Rynchosporioza zbóż (fot. M. Korbas)



Fot. 11. Rośliny jęczmienia ozimego z objawami skąłowacenia i żółknienia liści wskutek porażenia przez wirusy żółtej karłowatości jęczmienia (fot. M. Jeżewska)

Tabela 19. Występowanie objawów chorób na poszczególnych organach jęczmienia

Choroba	Korzeń	Żdźbło	Liść	Pochwa liściowa	Kłos	Ziarno
Askochytoza zbóż	–	–	x	x	x	–
Czarna plamistość liści jęczmienia	–	–	x	x	x	x
Czerń zbóż	–	–	–	–	x	x
Fuzarioza kłosów	–	–	–	–	x	x
Fuzaryjna zgorzel podstawy żdźbła i korzeni	x	x	–	x	x bielenie kłosów	–
Głownia pyłaca jęczmienia	–	–	–	–	x	–
Głownia zwarta jęczmienia	–	–	–	–	x	–
Łamliwość żdźbła zbóż	–	x	–	x	x bielenie kłosów	–
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	–	x	x	x	x	–
Ostra plamistość oczkowa	x	x	–	x	x bielenie kłosów	–
Pałecznicza zbóż i traw	x	–	–	x	–	–
Pasiastość liści jęczmienia	–	–	x	x	–	–
Plamistość siatkowa jęczmienia	–	–	x	–	x	–
Pleśń śniegowa zbóż	x	–	x	x	–	–
Rdza jęczmienia	–	–	x	x	–	–
Rdza żdźbłowa zbóż i traw	–	x	–	x	–	–

Tabela 19. Cd.

Choroba	Korzeń	Żdźbło	Liść	Pochwa liściowa	Kłos	Ziarno
Rdza żółta zbóż i traw	–	–	x	–	x	–
Rynchosporioza zbóż	–	–	x	x	–	–
Sporysz zbóż i traw	–	–	–	–	x	x
Zgorzel podstawy żdźbła	x	x	–	–	–	–
Zgorzel podstawy żdźbła i korzeni	x	–	–	–	–	–
Zgorzel siewek	x	–	x	x	–	–
Żółta karłowatość jęczmienia	–	x	x	x	–	–

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

5.2. Niechemiczne metody ochrony

Metoda agrotechniczna

Zastosowanie metody agrotechnicznej polega na prawidłowym i terminowym wykonywaniu czynności związanych z planowaniem i prowadzeniem uprawy. W metodzie tej duże znaczenie ma płodozmian i wybór stanowiska, na którym jęczmień będzie się dobrze rozwijał (Smagacz 2007).

Właściwie dobrane przedplony pozwalają ograniczyć źródła infekcji patogenów. W przypadku roślin zbożowych (kłosowych) można ograniczyć liczbę grzybów saprotroficzných, które mogą przeżywać na resztkach żdźbła z korzeniami czy na słomie, która pozostaje na polu. Znaczenie w tym przypadku mają grzyby, które mogą powodować choroby podstawy żdźbła, takie jak: fuzaryjna zgorzel podstawy żdźbła i korzeni oraz łamliwość żdźbła zbóż. Przerwa 3–4-letnia w uprawie roślin kłosowych radykalnie zmniejsza zagrożenie przez choroby podstawy żdźbła. W tej metodzie ochrony duże znaczenie ma nawożenie, ale ważny jest też termin siewu, ilość wysiewanego ziarna na 1 m² i odległość między ziarniakami w rzędzie. Odpowiedni termin zbioru również wpływa na obecność grzybów w plonie, na słomie lub ścierni. Termin siewu modyfikuje rozwój grzybów. Zbyt wczesny siew może stymulować rozwój sprawców chorób. Późny siew powoduje, że jęczmień nie zdąży się rozwinąć na tyle, aby przetrwać zimowy spoczynek. Rośliny słabo rozwinięte mają słabszą odporność na porażenie przez grzyby. **Termin siewu to ważny czynnik, który może w znacznym stopniu wpłynąć na wielkość porażenia roślin przez patogeny. Późniejszy termin siewu zmniejsza zagrożenie porażenia.**

Wymienione działania, które wykonuje się w metodzie agrotechnicznej, pozwalają w dużym stopniu zmniejszyć niebezpieczeństwo występowania chorób powodowanych przez grzyby.

Stosowanie materiału siewnego wolnego od grzybów, na którym lub wewnątrz którego, mogą się one przenosić, zapobiega występowaniu tak ważnych chorób, jak np.: głownia pyłaca, głownia zwarta, pasiastość liści, fuzaryjna zgorzel siewek, sporysz zbóż czy plamistość siatkowa (tab. 17–20). Zdrowe (wolne od patogenów) ziarno od samego początku dobrze kiełkuje, a prawidłowo rozwijające się rośliny mają mniejszą predyspozycję do porażenia przez sprawców chorób. Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego jęczmienia ma duże znaczenie w ograniczaniu porażenia jęczmienia przez grzyby powodujące choroby.

W uprawie jęczmienia już we wczesnych fazach rozwojowych można obserwować występowanie mączniaka prawdziwego zbóż i traw. Gdy choroba silnie opanuje rośliny w tym czasie, będzie to wpływać na uzyskany plon. Chore rośliny nieprawidłowo prowadzą fotosyntezę, ponieważ w osłabionych, pożółkniętych liściach procesy fizjologiczne są zakłócone. Zdrowe i szybko rosnące rośliny dobrze funkcjonują, natomiast w niektórych sytuacjach mogą uniknąć infekcji lub ulec niewielkiemu porażeniu, które nie ma ekonomicznego znaczenia. Odpowiednio nawożąc czy dokarmiając rośliny, wpływa się

na ograniczenie występowania chorób (Häni i wsp. 1998). Dawki nawozów, zwłaszcza azotu, nie powinny być wyższe niż potrzeby roślin. Nadmiar azotu może powodować szybki rozwój mączniaka prawdziwego i rdzy. Natomiast niskie dawki azotu nie pozwalają roślinom dobrze się rozwijać, są one osłabione i łatwiej mogą być porażane przez choroby. Wzbogacanie żywienia roślin przez dolistne stosowanie mikroelementów, jak: B, Cu, Zn wzmacnia je i utrudnia porażenie przez patogeny. Odpowiednio zaopatrzone w makro- i mikroskładniki są mało atrakcyjne dla owadów. Nadmiar azotu powoduje, że rośliny w większym stopniu opanowane są przez mszyce, które są wektorami wirusów powodujących straty w uprawie jęczmienia.

W tabeli 20. zestawiono najważniejsze metody ograniczania chorób jęczmienia.

Wykonując prawidłowo zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne powoduje się zmniejszenie lub eliminację czynnika chorobotwórczego. W niektórych sytuacjach wymaga to modyfikowania sposobu uprawy w celu ochrony roślin przed chorobami.

Tabela 20. Najważniejsze metody ograniczania chorób jęczmienia

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Askochytoza zbóż	właściwy płodozmian, unikanie uszkodzeń mechanicznych oraz przez owady	–	–
Czarna plamistość liści jęczmienia	prawidłowe zmianowanie, wykonywanie podorywki i dokładnej orki w celu przyspieszenia mineralizacji resztek poźniwnych, unikanie sąsiedztwa użytków zielonych, niszczenie samosiewów zbóż, siew w optymalnym terminie w zalecanej lub obniżonej normie	–	–
Czerń zbóż	zapobieganie rozwojowi i działaniu czynników powodujących przedwczesne zamieranie roślin, zbiór zbóż tuż po ich dojrzeniu (o ile pozwalają na to warunki pogodowe)	–	zabiegi fungicydowe
Fuzarioza kłosów	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	–	zabiegi fungicydowe

Tabela 20. Najważniejsze metody ograniczania chorób jęczmienia – cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Głownia pyłaca jęczmienia	–	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna
Głownia zwarta jęczmienia	–	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna
Łamliwość źdźbła zbóż	prawidłowe zmianowanie, uprawa odmian o podwyższonej odporności, wykonywanie podorywki i dokładnej orki w celu przyspieszenia mineralizacji resztek poźniwnych i eliminacji inokulum sprawcy choroby	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	zaleca się wykonanie podorywki i starannej orki w celu zniszczenia resztek poźniwnych, na których dojrzewają kleistoteczja (owocniki) sprawcy choroby, unikanie zbyt gęstego siewu i przenawożenia azotem, unikanie sąsiedztwa form jarych i ozimych tych samych gatunków zbóż	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Ostra plamistość oczkowa	prawidłowe zmianowanie, zabiegi agrotechniczne zapewniające optymalny rozwój zbóż	–	zaprawianie ziarna
Pałecznicza zbóż i traw	odpowiedni płodozmian – zaleca się 3–4-letnią przerwę w uprawie zbóż na tym samym polu, staranna uprawa roli, prawidłowa melioracja, nieco opóźniony, płytki i rzadszy siew oraz prawidłowe nawożenie mineralne	–	–
Pasiastość liści jęczmienia	siew zdrowego ziarna, a także odpowiedni termin siewu, czyli wczesny siew jęczmienia ozimego, a późny jęczmienia jarego	–	zaprawianie ziarna

Tabela 20. Cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Plamistość siatkowa jęczmienia	siew zdrowego ziarna, niszczenie resztek poźniwnych i samosiewów, odpowiedni płodozmian oraz unikanie siewu jęczmienia jarego w sąsiedztwie jęczmienia ozimego	uprawa odmian mniej podatnych	zaprawianie ziarna, zabiegi fungicydowe
Pleśń śniegowa zbóż i traw	stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, podorywka i głęboka orka jesienią, właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK)	siew odmian o zwiększonej odporności	zaprawianie ziarna
Rdza jęczmienia	niszczenie samosiewów oraz podorywka i głęboka orka, unikanie siewu jęczmienia jarego w sąsiedztwie jęczmienia ozimego	uprawa odmian o większej odporności i wcześniej dojrzewających	zabiegi fungicydowe
Rdza żółta zbóż i traw	dokładne wykonanie podorywki i orki jesiennej, właściwe nawożenie (potasowo-fosforowe), uprawa odmian o krótszym okresie wegetacji	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Rdza żółta zbóż i traw	niszczenie samosiewów pszenicy i pszenżyta	siew odmian o zwiększonej odporności	–
Rynchosporioza zbóż	niszczenie samosiewów, unikanie sąsiedztwa jęczmienia ozimego i pszenżyta	siew odmian o zwiększonej odporności	zabiegi fungicydowe
Sporysz zbóż i traw	wysiewanie kwalifikowanego materiału siewnego wolnego od sklerocjów sprawcy choroby, staranne przyorywanie resztek poźniwnych, prawidłowe zmianowanie	siew odmian o zwiększonej odporności	–
Zgorzel podstawy źdźbła	odpowiedni płodozmian – zaleca się 3–4-letnią przerwę w uprawie zbóż na tym samym polu oraz wczesne i dokładne wykonanie podorywki	–	zaprawianie ziarna
Zgorzel podstawy źdźbła i korzeni	odpowiedni płodozmian – zaleca się 3–4-letnią przerwę w uprawie zbóż na tym samym polu oraz wczesne i dokładne wykonanie podorywki	–	–

Tabela 20. Najważniejsze metody ograniczania chorób jęczmienia – cd.

Choroba	Metody ograniczania		
	agrotechniczna	hodowlana	chemiczna
Zgorzel siewek	wysiewanie kwalifikowanego materiału siewnego, stwarzanie warunków do szybkich wschodów i rozwoju siewek, niezbyt głęboki wysiew materiału siewnego	–	zaprawianie ziarna
Żółta karłowatość jęczmienia	przerwa w uprawie roślin zbożowych na tym samym polu, zrównoważone nawożenie (w celu przeprowadzenia prawidłowej diagnozy), unikanie sąsiedztwa użytków zielonych, zbóż i pól z samosiewami zbóż, niszczenie samosiewów zbóż	–	zwalczanie wektorów – mszyc poprzez wykonywanie zabiegów przy użyciu insektycydów oraz zaprawianie ziarna preparatami fungicydowo-insektycydowymi

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

Termin zbioru wpływa na ostateczną jakość uzyskanego ziarna. Długi okres oczekiwania na zbiór zwiększa niebezpieczeństwo porastania ziarna, a proces ten jest stymulowany przez opady deszczu. Oczekujący na zbiór jęczmień może się łamać. Osypane ziarniaki są źródłem samosiewów, które dają możliwość przetrwania grzybów porażających jęczmień.

Usuwanie chwastów należących do jednoliściennych, które mogą być pomostem przenoszącym choroby (np. grzyby z rodzaju *Fusarium*) jest też elementem metody agrotechnicznej, pozwalającym na zmniejszanie przenoszenia chorób.

Higiena fitosanitarna polegająca na dokładnym czyszczeniu sprzętu rolniczego (maszyny do uprawy i zbioru zbóż) oraz unikanie łączenia zebranych w czasie żniw ziarniaków, które pochodzą z plantacji zdrowych i zainfekowanych, zapobiegają rozprzestrzenianiu się sprawców chorób w produkcji rolniczej. Z częstkami gleby na narzędziach uprawowych można przenosić grzyby glebowe z pola na pole. Nieodpowiednio oczyszczone urządzenia młócące kombajnum zarodnikami grzybów, mogą być źródłem zanieczyszczenia ziarniaków przez np. *Fusarium* spp. na innym polu.

Metoda hodowlana

Metoda ta polega przede wszystkim na wyborze odpowiedniej odmiany. W tym przypadku należy korzystać z odmian, które przedstawia Lista Opisowa Odmian COBORU (2017) i (lub) z wyników doświadczeń wykonanych w ramach Porejestracyjnych Doświadczeń Odmianowych (PDO).

Odmiana uprawiana powinna charakteryzować się zwiększoną odpornością (lub tolerancją) na porażenie przez głównych sprawców

chorób występujących w danym rejonie (gospodarstwie). Korzystanie z metody hodowlanej w integrowanej ochronie jest bardzo ważne, ponieważ wyhodowane odmiany charakteryzują się zróżnicowaną odpornością na choroby. Na uwagę zasługuje szczególna odporność jęczmienia na porażenie przez sprawcę mączniaka prawdziwego. Znane są odmiany o dużej odporności, a niektóre odmiany są całkowicie odporne (imune). U takich odmian obserwować można reakcję nadwrażliwości na próbę zakażenia liści jęczmienia przez *Blumeria graminis* – sprawcę mączniaka prawdziwego. Roślina reaguje w ten sposób, że po infekcji, wokół miejsca próby wnikania grzyba do wnętrza komórki, następuje obumieranie tej komórki i grupy komórek otaczających to miejsce. Gdy wysiewa się odmianę odporną można zrezygnować ze zwalczania chemicznego mączniaka prawdziwego. Najlepiej jednak jest, gdy uprawiana odmiana jest jednocześnie odporna lub wysoce odporna na kilku sprawców chorób. Odmiany takie nie są licznie reprezentowane w praktyce. Powstają dzięki prowadzonej trudnej hodowli odpornościowej. Gdyby udało się wyhodować wiele odmian odpornych umożliwiłoby to zaprzestanie lub silne ograniczenie stosowania metody chemicznej.

Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Przystępując do zabiegu opryskiwania należy określić, czy porażenie np. liści, kłosa itp., zbliża się wielkością do wielkości określonej dla progu ekonomicznej szkodliwości. Progi szkodliwości podano w tabeli 21. Korzystanie z progów szkodliwości jest konieczne, ponieważ integrowana ochrona, po wyczerpaniu możliwości zastosowania metod niechemicznych, pozwala na stosowanie środka chemicznego, czyli zwalczanie chorób fungicydem. Określenie progów szkodliwości w przypadku chorób wirusowych zbóż jest niemożliwe, ponieważ objawy rozwijają się stopniowo i przewidywanie skali porażen na podstawie obserwacji czy też pobierania prób do badań analitycznych nie zapewnia prawidłowej oceny zagrożenia ujawniającego się dopiero wiosną. Nawet szacunkowa ocena stopnia infekcyjności mszyc nalatujących na oziminy jesienią nie prowadzi do precyzyjnych ustaleń.

Tabela 21. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości ważniejszych chorób jęczmienia

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Łamliwość źdźbła zbóż i traw (<i>Oculimacula</i> spp.)	od początku fazy strzelania w źdźbło do fazy pierwszego kolanka	20–30% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (<i>Blumeria graminis</i>)	w fazie krzewienia	25–35% roślin z pierwszymi objawami porażenia (pojedyncze, białe skupienia struktur grzyba)
	w fazie strzelania w źdźbło	10% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
Plamistość siatkowa (<i>Pyrenophora teres</i>)	w fazie krzewienia	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
	w fazie strzelania w źdźbło	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
Rdza jęczmienia (<i>Puccinia hordei</i>)	w fazie krzewienia	10–15% liści z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie strzelania w źdźbło	10% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
Rynchosporioza (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	w fazie krzewienia	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
	w fazie strzelania w źdźbło	15–20% powierzchni liści z objawami choroby

Systemy wspomagania decyzji

Więcej informacji na stronach internetowych: www.iorpi.poznan.pl, www.iung.pulawy.pl, www.ihar.edu.pl, www.imgw.pl, www.minrol.gov.pl, www.piorin.gov.pl

5.3. Chemiczne metody ochrony

Szerokie wykorzystanie niechemicznych metod może w dużym stopniu prowadzić do ograniczenia stosowania chemicznej ochrony w uprawie jęczmienia. Jednak w wielu sezonach wegetacyjnych nie byłoby możliwe prowadzenie plantacji jęczmienia bez zastosowania opryskiwania fungicydem. W integrowanej ochronie jęczmienia wskazane jest wykonanie przed siewem zaprawiania ziarna. W zabiegu tym wykorzystywana jest znikoma ilość substancji czynnej. Nie powoduje to skutków negatywnych dla środowiska, a uniemożliwia rozwój grzybów i likwiduje źródło zakażenia. W konsekwencji prowadzi do ograniczenia zabiegu w formie opryskiwania w czasie wegetacji. Jedynie zaprawianie materiału siewnego (opryskiwanie nie daje takiej możliwości) pozwoli zwalczać sprawców: zgorzeli siewek, główki zwartej, główki pyłacej i pleśni śniegowej.

W zależności od stopnia zagrożenia wymienionymi chorobami w jęczmieniu zaleca się stosować jeden lub dwa zabiegi opryskiwania odpowiednimi fungicydami. Tylko w sytuacji, gdy warunki sprzyjają epidemicznemu występowaniu chorób rozważać należy wykonanie zabiegu dodatkowego. Jego zadaniem jest uniemożliwienie rozwoju sprawców fuzariozy kłosów. W jęczmieniu jarym przeznaczonym na cele browarniane, ale też na paszę,

ochrona chemiczna ma uzupełnić pozostałe metody ochrony, aby ziarno było wolne od sprawców fuzariozy kłosów. Obecność grzybów rodzaju *Fusarium* źle wpływa na procesy słodowania. Zastosowany na podstawie progu szkodliwości fungicyd powinien wykazywać wysoką skuteczność, która zależy od wyboru substancji czynnej, ale też zależy od czynników zewnętrznych, takich jak np. temperatura powietrza, w której wykonuje się zabieg opryskiwania. Fungicydy wykazują słabszą skuteczność zwalczania grzybów, gdy temperatura wynosi poniżej 5°C i powyżej 25–28°C. Substancje czynne należące do grupy chemicznej triazoli, wykazują najlepszą skuteczność w temperaturze powyżej 10–12°C. Z grupy morfolin i strobiluryn są skuteczne w niższej temperaturze niż 10°C. Ochrona chemiczna jęczmienia, a zwłaszcza tych odmian, które przeznaczone są na słód, pomaga uzyskać na polach chronionych wysoką dorodność ziarna (wysoka MTZ).

W przypadku chorób wirusowych należy chronić jęczmień ozimy poprzez zwalczanie mszyc – wektorów (żółta karłowatość jęczmienia) i uprawę wyłącznie odmian odpornych (żółta mozaika jęczmienia).

Chemiczna metoda ochrony upraw jęczmienia dotyczy wyłącznie żółtej karłowatości jęczmienia dla form ozimych. Należy zwalczać mszyce zabiegami insektycydowymi w okresie jesiennym, około 5 tygodni po wschodach. Korzystne wyniki są rejestrowane również po zastosowaniu zapraw nasiennych zawierających insektycyd, chociaż ten sposób bywa zawodny w przypadku jesiennej suszy i opóźniania wschodów roślin.

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Jęczmień ozimy i jary może być uszkodzany przez kilka gatunków szkodliwych owadów o znaczeniu gospodarczym. Ich szkodliwość i gospodarcze znaczenie może być jednak zmienne, zarówno w poszczególnych regionach, jak i na przestrzeni lat. Zmiany klimatyczne, potencjalny wzrost areału czy uproszczone technologie uprawy mogą przyczynić się do zwiększenia szkodliwości gatunków nie mających do tej pory poważnego znaczenia gospodarczego lub też stymulować pojaw zupełnie nowych gatunków szkodników. Do najważniejszych szkodliwych owadów mogących żerować w trakcie wegetacji jęczmienia zaliczyć należy: mszyce i skoczki, skrzypionki, muchówki, błonkówki, pluskwiki różnoskrzydłe, wciornastki, śmietki oraz szkodniki glebowe. Lokalnie szkody mogą wyrządzać zwójki, łożaś garbatek, nicienie, gryzonie i ptaki oraz zwierzyna łowna (Nespiak i Opyrchalowa 1979; Boczek 1995; Strażyński 2016; Mrówczyński i wsp. 2017) (tab. 22, rys. 1).

Tabela 22. Znaczenie gospodarcze szkodników jęczmienia w Polsce

Szkodnik	Jęczmień ozimy	Jęczmień jary
Mszyce	++	+++
Skoczki	++	+
Skrzypionki	++	+++
Rolnice, pędraki, drutowce	++	++
Leniowate, komarnicowate	+	+
Miniarki	+	++
Ploniarka zbożówka	++	+(+)
Pryszczarki	++	+(+)
Żółwinek zbożowy, lednica zbożowa	++	+(+)
Łożaś garbatek	++(+)	+(+)
Niezmiarka paskowana	(+)	(+)
Wciornastki	+	+(+)
Śmietki	++	+(+)
Gryzonie	+(+)	(+)
Ślimaki	++	(+)
Zwójki	+	+(+)
Zwierzęta łowne i ptaki	+(+)	+

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

Ze zbożami, w tym także jęczmieniem, powiązany jest rozwój kilkunastu gatunków mszyc. Szkodliwe są zarówno ich formy dorosłe, jak i larwy. Występowanie mszyc na zbożach to nie tylko ryzyko bezpośrednich szkód, ale również pośrednie przenoszenie wirusów, w tym wirusów żółtej karłowatości jęczmienia (BYDV). Mszyce bezpośrednio szkodzą roślinie wysysając soki z tkanek, wskutek czego zaburzona zostaje fizjologia rośliny, co może prowadzić do obumierania fragmentów, bądź w przypadku masowego pojawu – całych roślin. Dodatkowo miejsca uszkodzeń tkanek i produkty przemiany materii mszyc mogą być źródłem wtórnych porażeń grzybowych lub bakteryjnych. Wśród gatunków mszyc, które najliczniej pojawiają się na plantacjach zbóż, w tym jęczmienia wymienia się: mszycę czeremchowo-zbożową (*Rhopalosiphum padi* L.) (fot. 12), mszycę zbożową (*Sitobion avenae* F.) (fot. 13, 14) oraz mszycę różano-trawową (*Metopolophium dirhodum* Walk.) (fot. 14). W niektórych latach w okresie jesieni mogą pojawiać się liczniej także mszyca kukurydziana (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) i mszyca malinowo-trawowa (*Sitobion fragariae* Walk.), gatunki notowane również jako wektory wirusów.

Pierwsze mszyce nalatują na plantacje jęczmienia (żywicieli letnich) zwykle w maju, a następnie rozwijają dzieworodnie do kilkunastu pokoleń i powodują szkody bezpośrednie na skutek wysysania soków z tkanek. W okresie jesieni powracają na swoich żywicieli zimowych (w zależności od gatunku – czeremchę, jednoliścienne, dzikie gatunki róż), na których pojawia się pokolenie płciowe i cykl kończy się złożeniem zapłodnionych jaj. Jest to typowy, tzw. holocykliczny cykl rozwojowy mszyc.

Wyższa temperatura w okresie wiosny i lata może jednak powodować zmiany w biologii mszyc. Wtedy w okresie późniejszym mszyce nie przelatują na swoich zimowych gospodarzy, lecz na dziko rosnące trawy, na których nabywają wirusy. Następnie przelatują na wschodzący jęczmień ozimy, dokonując infekcji. Jest to tzw. rozwój anholocykliczny. Dodatkowo długa i ciepła jesień sprzyja ich rozwojowi, czyli jednocześnie ekspansji wirusów (Ruszkowska i Strażyński 2007, 2010).



Fot. 12. Mszyca czerwczowo-zbożowa (fot. P. Strażyński)



Fot. 13. Mszyca zbożowa żerująca w kłosie (fot. P. Strażyński)

Podobnym spektrum szkodliwości charakteryzują się skoczki, których na plantacjach jęczmienia może pojawiać się wiele gatunków, jednak najbardziej pospolicie występuje skoczek sześciorek (*Macrosteles laevis* Rib.) (fot. 15).

Wśród chrząszczy mogących uszkadzać nadziemne części jęczmienia najczęściej występują skrzypionki z rodziny stonkowatych. Dorosłe chrząszcze zimują zwykle w ściółce. Wiosną po uzupełnianym żerowaniu i kopulacji składają jaja na powierzchni liści zbóż i traw. Żółte lub brunatno-czarne, pokryte śluzem larwy skrzypionek (fot. 16) odżywiają się miękiszem, zdrapując go wzdłuż głównych nerwów liści (szkieletowanie) (fot. 17), a ich odchody są często źródłem wtórnego porażenia przez grzyby chorobotwórcze. Jedna larwa może zniszczyć do 3,5 cm² powierzchni liścia. Najbardziej pospolite są dwa gatunki skrzypionek: zbożowa (*Oulema melanopa* L.) (fot. 18) i błękitka (*Oulema cyanella* Voet.) (fot. 19).



Fot. 14. Mszyca zbożowa i różano-trawowa (po prawej) (fot. P. Strażyński)



Fot. 15. Skoczek sześciorek (fot. T. Klejdysz)



Fot. 16. Larwa skrzypionki (fot. P. Strażyński)



Fot. 17. Objawy żerowania larw skrzypionek na liściu (fot. P. Strażyński)



Fot. 18. Skrzypionka zbożowa (fot. P. Strażyński)



Fot. 19. Skrzypionka błękitka (fot. P. Strażyński)

Plantacjom jęczmienia mogą również zagrażać niewielkie muchówki pryszczarkowate, a wśród nich głównie **pryszczarek zbożowiec** (*Haplodiplosis equestris* Wagner), **pryszczarek pszeniczny** (*Sitodiplosis mosellana* Géhin) i **paciornica pszeniczanka** (*Contarinia tritici* Kirby). W zależności od gatunku, larwy pryszczarkowatych mogą żerować w łodygach, bądź na zawiązkach ziaren (pęknięcia okryw nasiennych często prowadzą do wtórnych infekcji grzybowych) (fot. 20). Natomiast larwy miniarkowatych, głównie **nawodnicy trawianki** (*Hydrellia griseola* Fall.), wygryzają miękisz pomiędzy blaszek liściowych tworząc przezroczyste chodniki, tzw. miny. Każda larwa uszkadza po jednym liściu, jednak przy silnym porażeniu może zasychać cała blaszka liściowa. Uszkodzone kłoski widoczne pod koniec okresu kłoszenia po usunięciu pochwy liścia flagowego to objaw żerowania drugiego pokolenia larw **niezmiarki paskowanej** (*Chlorops pumilionis* Bjerk.) (fot. 21). Jej larwa niszczy jeden pęd (u którego podstawy zimuje) powodując zahamowanie wzrostu i często brak wykłoszenia.



Fot. 20. Larwa pryszczarkowatych
(fot. T. Klejdysz)



Fot. 21. Niezmiarka paskowana
(fot. P. Strażyński)

Typowe objawy uszkodzeń powodowane przez larwy **ploniarki zbożówki** (*Oscinella frit* L.) to żółknięcie liścia sercowego (który łatwo daje się wyciągnąć), nadmierne krzewienie bez wykłszania i bielenie kłosów. Larwy **pilarzowatych** (Tenthredinidae) (fot. 22) żerujące na najmłodszych liściach (głównie flagowym) powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej. Natomiast larwy **żdzieblarza pszenicznego** (*Cephus pygmaeus* L.) drążą chodniki wewnątrz źdźbła (także przez węzły) wypełniając je odchodami i trocinami, a uszkodzone w ten sposób rośliny zwykle łamią się i zamierają.



Fot. 22. Gąsienica pilarzowatych (fot. P. Strażyński)

Wśród pluskwiaków różnoskrzydłych do szkodników jęczmienia można zaliczyć **żółwinka zbożowego** (*Eurygaster maura* L.) (fot. 23) i **lednicę zbożową** (*Aelia acuminata* L.) (fot. 24). 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. 25). Przy dużym nasileniu gatunki żerujące na miękkich ziarniakach mogą powodować straty wskutek niedorozwinięcia ziarna. Zagrożeniem w okresie wschodów mogą być też larwy **śmietki kielkówki** (*Hylemyia florilega* Zett.) oraz **ozimówki** (*Phorbia coarctata* Fall.) (fot. 26), które występują powszechnie, czasem w dużym nasileniu, szczególnie na bardziej wilgotnych glebach, świeżo przyoranych lub po nawiezieniu obornikiem.



Fot. 23. Żółwinek zbożowy (fot. P. Strażyński)



Fot. 24. Lednica zbożowa (fot. P. Strażyński)



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



Fot. 26. Śmietka (fot. P. Strażyński)

Młode rośliny mogą być uszkodzane przez gąsienice **rolnic** (Agrotinae). Szarobrunatne gąsienice tych sówek żerują głównie w nocy odcinając siewki tuż przy powierzchni gleby, a w ciągu dnia ukrywają się w glebie lub resztkach roślinnych (fot. 27). Poważne szkody związane z żerowaniem rolnic obserwuje się zwykle co kilka lat z uwagi na gradacyjny charakter ich pojawu. Jedna gąsienica rolnicy jest w stanie zniszczyć do kilkunastu roślin. Uprawom jęczmienia mogą zagrażać także inne szkodniki glebowe – **pędraki** (larwy chrabąszcowatych – Melolonthinae) (fot. 28) i **drutowce** (larwy sprężykowatych – Elateridae) (fot. 29), szczególnie w okresie kiełkowania i rozwoju pierwszych liści. Larwy **leniowatych** (Bibionidae) (fot. 30) i **komarnicowatych** (Tipulidae) żerują na kiełkujących ziarniakach lub odgryzają młode rośliny tuż pod powierzchnią gleby.



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



Fot. 28. Pędraki (fot. P. Strażyński)



Fot. 29. Nieskor czarny z rodziny sprężkowatych (fot. P. Strażyński)



Fot. 30. Lenie w trakcie kopulacji (fot. P. Strażyński)

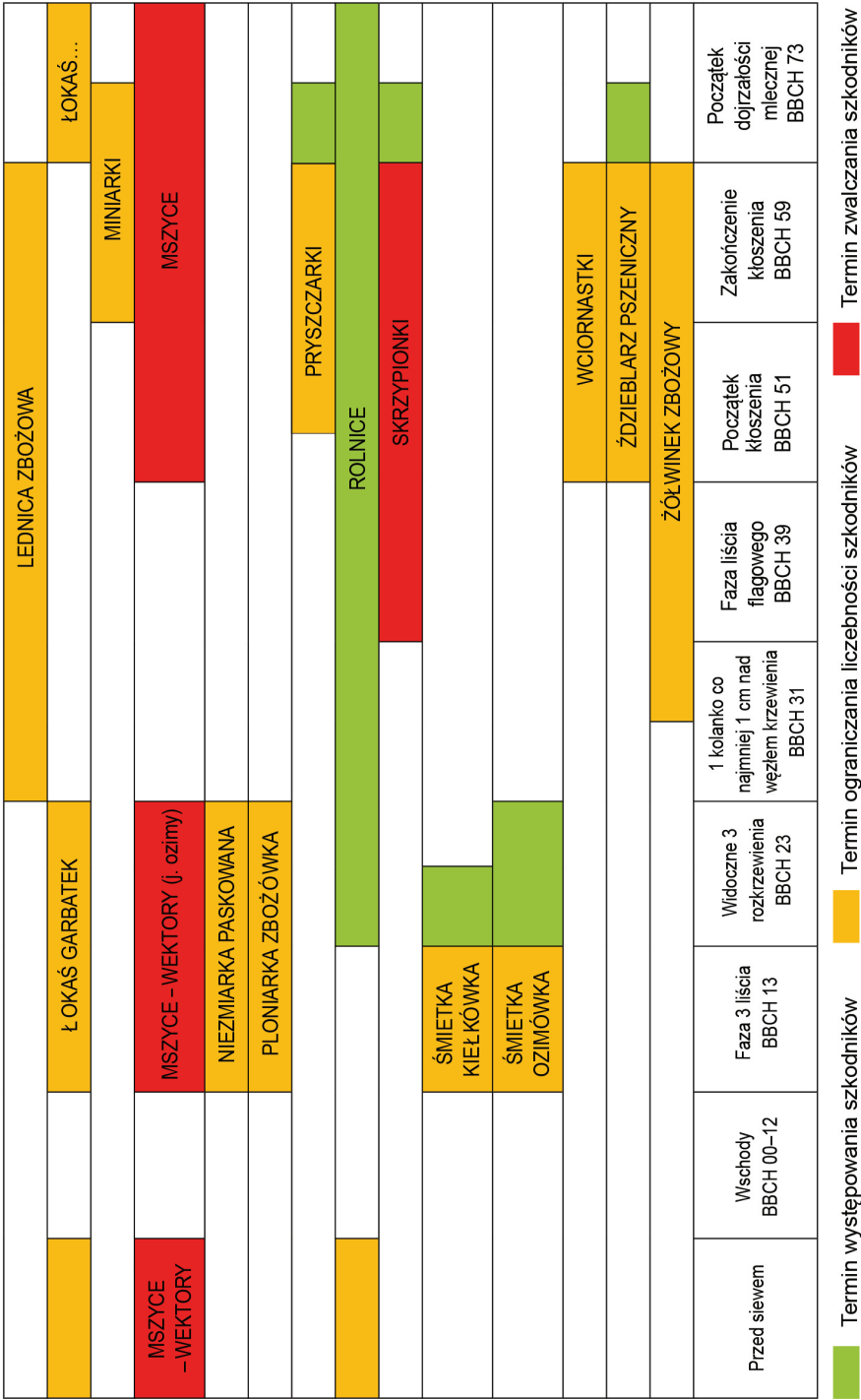
W ostatnich latach, w niektórych rejonach kraju problemem stał się **łokaś garbatek** (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Larwy łokasia żerują po zmroku na młodych źdźbłach zjadając tkankę mięksiszową (fot. 31). Często wciągają rośliny do wydrążonych wcześniej norek. Natomiast dorosłe chrząszcze mogą żerować na kłoskach lub miękkich ziarniakach (fot. 32). Lokalnie szkody mogą powodować chrząszcze **nałanka kłosca** (*Anisoplia segetum* Hbst.). Na glebach, na których zaniedbano uprawę poźniwną lub w pobliżu wieloletnich nieużytków problemem mogą być także **nicienie** (Nematoda). Problemem na plantacjach wszystkich zbóż może również być obecność **gryzoni** (myszy, nornic), **zwójek**, **jeleniowatych**, a także **ptaków** żerujących na świeżych zasiewach lub kłosach.



Fot. 31. Larwa łokasia garbatka (fot. P. Strażyński)



Fot. 32. Łokaś garbatek (fot. T. Klejdysz)



Rys. 1. Występowanie i zwalczanie najważniejszych szkodników w czasie wegetacji jęczmienia

6.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona integrowana ochrona jęczmienia ozimego i jarego, jak i każdej innej plantacji, powinna zakładać wykorzystanie w szerokim spektrum metod niechemicznych, w tym przede wszystkim metod agrotechnicznych (tab. 23). Ma to szczególne znaczenie w ograniczaniu szkodników glebowych (Häni i wsp. 1998; Pruszyński i Wolny 2009; Korbas i Mrówczyński 2010; Pruszyński i wsp. 2012; Mrówczyński 2013).

Tabela 23. Agrotechniczne metody ograniczania szkodników jęczmienia

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
Łośkaś 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, odstraszenie
Rolnice Pędraki Drutowce	prawidłowy płodozmian, podorywki, talerzowanie, głęboka orka jesienna, wczesny siew i zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, izolacja przestrzenna od innych zbóż 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 poźniwnych
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, złotoók, bzygowatych, pajaków, gąsieniczników i innych parazytoidów) w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Jednym z aspektów ochrony biologicznej są działania w kierunku zachowania lub tworzenia bioróżnorodności w agrocenozie (Hołubowicz-Kliza i Mrówczyński 2013; Pruszyński 2016).

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. 24). 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 warunkach krajowych, 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. 33), tablice lepowe, czerpakowanie czy przesiewanie gleby.



Fot. 33. Żółta miska na plantacji jęczmienia ozimego pomoże ustalić moment nalotu mszyc (fot. P. Strażyński)

Tabela 24. Progi ekonomicznej szkodliwości oraz terminy obserwacji najważniejszych szkodników jęczmienia

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 kielkówka	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 źdźble
	do pełni kwitnienia	5–10 owadów dorosłych lub larw na 1 kłosie
	wypełnianie ziarna	40–50 larw na 1 kłosie
Żdzieblarz 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 jęczmienia ozimego są zarejestrowane insektycydy do zwalczania mszyc (w tym mszyc – wektorów wirusów, również w formie zapraw nasiennych) i skrzypionek, a w jęczmieniu jarym insektycydy do zwalczania mszyc – szkodników bezpośrednich i skrzypionek.

Decyzję o zastosowaniu środków chemicznych do 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 temperatury, 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, dzięki której można prawidłowo kontrolować plantacje i podejmować decyzje o optymalnym terminie zabiegu. Dla każdego gatunku agrofaga podano podstawowe informacje o jego morfologii, biologii oraz metodach prowadzenia obserwacji polowych.

Więcej informacji na stronach internetowych:

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 prowadzi często 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 sulfonilomoczników) lub posiadające ten sam mechanizm działania (miotła zbożowa odporna na mieszaninę jodosulfuron + mezosulfuron – obydwa z grupy sulfonilomoczników oraz propoksykarbazon sodowy – z grupy sulfoniloaminokarbonylotriazolinonów) – 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 obcopolne, wykazujące dużą zmienność genetyczną (w populacji występuje wiele biotypów).

W tabeli 25. 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 zbożowej i chabra bławatka uwzględniających zagrożenie odpornością przedstawiają tabele 26. i 27.** W przypadku miotły zbożowej mamy do czynienia z odpornością głównie na herbicydy z grupy inhibitorów ALS, takie jak, np.: chlorosulfuron, jodosulfuron, mezosulfuron, sulfosulfuron. Wzrasta również skala odporności miotły zbożowej na herbicydy z grupy inhibitorów karboksylazy acetylokoenzymu A (ACCazy) – fenoksaprop-P-etylu i pinoksaden. Natomiast odporność chabra bławatka dotyczy głównie substancji – chlorosulfuron i tribenuron (inhibitory enzymu ALS).

Przyczyny powstawania odporności zależą od wielu czynników, które często ze sobą współdziałają, np. od doboru herbicydów, ich właściwości, częstotliwości stosowania, biologii chwastów oraz działalności człowieka. Jako dwa

główne powody powstawania odporności podaje się: wykonywanie zabiegów odchwaszczających herbicydami reprezentującymi tę samą grupę chemiczną (ten sam mechanizm działania) oraz brak zmianowania.

Rozpoznawanie uodpornionych chwastów na herbicydy w warunkach polowych

Głównym przejawem powstawania odporności jest spadek skuteczności zabiegów herbicydowych. Należy jednak zwrócić uwagę, że nieskuteczność działania herbicydu może wynikać także z innych przyczyn, np. z wykonania zabiegu w niesprzyjających warunkach atmosferycznych, niewłaściwego doboru techniki opryskiwania, niedostosowania terminu zabiegu do odpowiedniej fazy rozwojowej chwastów i wielu innych.

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

- mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji,
- miejscem występowania tych skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz 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 odchwaszczających 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. sulfonilomoczniki – 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 wczesnonalisticznych (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 zawierający tylko jedną substancję czynną, efekt chwastobójczy może być nadal bardzo wysoki, gdyż chwasty wystawione są na działanie kilku różnych substancji czynnych. Aby zminimalizować ryzyko rozwoju odporności na herbicydy należy w systemie zwalczania chwastów uwzględnić zabiegi mechaniczne lub stosowanie herbicydów nieselektywnych przed wschodami rośliny uprawnej.

Ważnym i efektywnym działaniem w walce z groźnymi i silnie rozprzestrzeniającymi się gatunkami chwastów są integrowane systemy ochrony (właściwa agrotechnika, płodozmian, ochrona niechemiczna), w których liczba zabiegów herbicydowych ograniczona jest do uzasadnionego ekonomicznie minimum. **W tabeli 28. podano główne zasady określania ryzyka powstawania odporności 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 29.**

Tabela 25. 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)

Tabela 26. 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. sulfonilomoczniki 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	chlorypyralid dikamba fluroksypyr	niskie niskie niskie

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

Tabela 27. 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
Inhibitory enzymu ALS (m.in. sulfonilomoczniki)	B	chlorosulfuron flupyrsulfuron jodosulfuron mezosulfuron piroksysulam propoksykarbazon sulfosulfuron tifensulfuron	wysokie/bardzo wysokie wysokie wysokie/bardzo wysokie wysokie/bardzo 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 28. 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 29. Przynależność substancji czynnych do grup chemicznych

Mechanizm działania	Grupa według HRAC*	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory karboksylazy acetylo CoA (graminicydy)	A	arylofenoksypropionaty (FOPs)	chizolafof-P fenoksaprop-P fluazyfof-P propachizafof haloksyfop-R diklofof metylu
		cykloheksanediony (DIMs)	cykloksydym kletodym tralkoksydym setoksydym
		fenylopirazoliny	pinoksaden
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	sulfonilomoczniki	amidosulfuron chlorosulfuron flazasulfuron flupyrsulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron metyl foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron

Tabela 29. Przynależność substancji czynnych do grup chemicznych – cd.

Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam piroksysulam
		sulfonyloaminokarbonylotriazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfynogenowej (PPO)	E	dwufenyloetery	bifenoks oksyflurofen
		fenylopyrazole	pyraflufen etylu
		triazolinony	karfentrazon
Inhibitory syntezy barwników	F1	pirydynokarboksamidy	diiflufenikan
		inne	flurochloridon
	F2	trójketony	mezo-trion sulkot-trion tembot-trion
		izoksazole	izoksaf-lutol
	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 metazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N	karbaminiany benzofurany	prosulfokarb etofumesat

Tabela 29. Cd.

Syntetyczne auksyny	O	fenoksykwasy pochodne kwasu benzoesowego pochodne pirydyn pochodne kwasu pirydynokarboksy- lowego pochodne dwuazyn pochodne kwasów chinolinokarbok- sylowych	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluoksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
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

Odporność agrofagów na środki ochrony roślin przeznaczone do ich zwalczania jest obecnie jednym z ważniejszych problemów rolnictwa. Trwający dziesiątki lat nacisk selekcyjny fungicydów, insektycydów i herbicydów spowodował, że dużym zmianom uległy poziomy wrażliwości wielu gatunków zwalczanych organizmów. Zjawisko odporności agrofagów dotyczy obecnie wszystkich grup środków ochrony roślin. Znane są liczne biotypy chwastów odporne na herbicydy, rasy grzybów odporne na fungicydy, gatunki i populacje szkodliwych owadów czy roztoczy odporne na insektycydy i akarocydy (Malinowski 1984, 2003; Fujimura i wsp. 1994; Adamczewski i Kierzek 2007; Korbas i wsp. 2017). Omawiany problem dotyczy także zwierząt wyższych, na przykład ptaków i ssaków, u których odporność na toksyny i repelenty wiąże się nie tylko z fizjologią, ale głównie z etologią, czyli zachowaniem w środowisku i pamięcią w oparciu o budowę i funkcjonowanie ich mózgów (Węgorek 2003, 2011).

Zjawisko odporności przynosi duże szkody gospodarcze rolnictwu, a przede wszystkim środowisku przyrodniczemu. W związku z tym zjawisko odporności podlega dziś stałemu monitoringowi, którego celem jest sterowanie nim poprzez odpowiednie strategie postępowania. Poniżej zostaną wymienione najważniejsze gatunki agrofagów jęczmienia, u których stwierdzono odporność na środki ochrony roślin i przy zwalczaniu których należy szczególnie przestrzegać strategii zapobiegających odporności.

Chwasty – znane biotypy odporne w Polsce: miotła zbożowa, wyczyniec polny, owies głuchy, chwastnica jednostronna, komosa biała, szarłat szorstki, chaber bławatek, maruna bezwonna, mak polny, tasznik pospolity (Adamczewski i wsp. 2014).

Choroby jęczmienia: mączniak prawdziwy zbóż i traw, fuzarioza liści, plamistość siatkowa.

Owady uszkadzające rośliny jęczmienia: śmietka kielkówka, śmietka glebowa, ploniarka zbożówka, mszyce (czeremchowo-zbożowa, różano-trawowa, mszyca zbożowa), skrzypionka błękitek, skrzypionka zbożowa, ploniarka zbożówka, wciornastki.

Podstawową zasadą przeciwdziałania odporności jest obecnie stały monitoring poziomu wrażliwości agrofagów na środki ochrony roślin. Na tej samej uprawie zaleca się stosowanie określonej substancji czynnej tylko raz w sezonie wegetacyjnym. W miarę możliwości należy stosować rotację nie tylko substancji czynnych, ale przede wszystkim grup chemicznych o różnych mechanizmach działania. Do przeprowadzenia zabiegu należy wybierać z danej grupy chemicznej substancje czynne o najwyższej skuteczności w stosunku do zwalczanego gatunku agrofaga. Substancje o słabszej skuteczności można stosować w przypadku nieznacznego przekroczenia przez populację agrofaga progu ekonomicznej szkodliwości. Jeśli po pierwszym zabiegu konieczne jest przeprowadzenie kolejnego, a możliwości wyboru substancji czynnej są ograniczone, lepiej użyć mniej skuteczną substancję czynną z innej grupy chemicznej, przemiennie z bardziej skuteczną, niż dwa razy zastosować tę samą, silniej działającą. W przypadku szkodliwych owadów do zwalczania ich nie zaleca się stosowania mieszanin substancji czynnych insektycydów, gdyż w sytuacji konieczności powtórzenia zabiegu zostaje ograniczona możliwość rotacji substancji o różnych mechanizmach działania, będąca podstawową zasadą strategii zapobiegania odporności. Termin zabiegu należy dostosować do:

- momentu przekroczenia przez agrofaga progu ekonomicznej szkodliwości lub w przypadku prognozowanego pojawu choroby,
- w przypadku owadów lub chwastów pojawienia się najbardziej wrażliwego na środek ochrony roślin stadium rozwojowego agrofaga,
- wystąpienia najbardziej wrażliwej na uszkodzenia fazy rozwoju rośliny chronionej,
- prognozy pogody (temperatura, wilgotność i nasłonecznienie 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) selekcionują szybko populację 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. W przypadku nieskuteczności zabiegu należy zwrócić się do doradcy rolnego i określić jego przyczyny. Zabieg należy powtórzyć przy użyciu środka z innej grupy chemicznej, o innym mechanizmie działania. Jeżeli przyczyną nieskuteczności zabiegu jest odporność lokalnej popula-

cji, należy bezwzględnie zrezygnować ze stosowania danej substancji czynnej, a w miarę możliwości również unikać innych środków o podobnym mechanizmie działania. Ograniczyć stosowanie środka, na który gatunek owada uodpornił się w danym rejonie, aż do momentu ponownego wystąpienia odpowiedniej wrażliwości. O wystąpieniu odporności jakiegokolwiek gatunku owada należy powiadomić pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz Ośrodków Doradztwa Rolniczego, w celu określenia zakresu zjawiska i opracowania strategii przeciwdziałania (Węgorek i wsp. 2015).

Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, czyli przede wszystkim stosować metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), ograniczając używanie środków chemicznych do bezwzględnego minimum. Stosowanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin zostało w Polsce uregulowane przepisami ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. poz. 455) oraz rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. poz. 505).

7.3. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

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

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

W wyniku presji selektywnej przez stosowane fungicydy, wrażliwe populacje grzyba, które wcześniej istniały w środowisku oraz powstałe, w wyniku zmienności lub mutacji, są eliminowane, a formy odporne rozwijają

i rozmnażają się (Delp i Dekker 1985). Po pewnym czasie ta druga część populacji staje się dominująca. Często też może występować odporność krzyżowa. Polega ona na tym, że forma grzyba odporna na jeden fungicyd, jest odporna również na inne substancje czynne o tym samym mechanizmie działania. Jednocześnie coraz częściej występuje zjawisko wielokrotnego oporu, polegające na wykształceniu przez niektóre szczepy grzybów odporności na dwie lub więcej substancji czynnych, należących do grup fungicydów o różnych mechanizmach działania na komórki grzyba (Węgorek i wsp. 2013). W konsekwencji działanie grzybobójcze takich fungicydów, zastosowanych w zalecanej dawce, słabnie lub całkowicie zanika.

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

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

Zjawisko uodparniania się zwalczanych grzybów na substancje czynne, które wchodzi 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 30. 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 30. 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	benzimidazole	tiofanat metylowy
	B3	benzamidy	zoksamid
	B4	pochodne fenylomocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid
Zakłócenie procesów oddychania	C2	fenylobenzamidy	flutolanil
	C2	pirydynyloetylobenzamidy	fluopyram
	C2	karboksyamidy	biksafen boksamid fluksapyroksad izopirazam karboksyna penflufen pentiopyrad sedaksan boskalid
	C3	strobiluryny	azoksystrobina dimoksystrobina fluoksastrobina krezoksym metylowy pikoksystrobina piraklostrobina trifloksystrobina
	C3	oksazolidyny	famoksat
	C3	imidazoliny	fenamidon
	C4	cyjanoimidazole	cyjazofamid
	C5	pochodne aniliny	fluazynam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	pochodne pirymidynoamin	ametotradyna
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 30. 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 walifenalat
	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 ketonu difenyłowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna
Mechanizm działania jest wielokierunkowy	M1	związki miedziowe	tlenochlorek miedziowy tlenek miedzi tróźsadowy 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

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

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

Metody ochrony ziarna przed szkodnikami

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

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

Zapobieganie

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

Magazyn, jak i jego otoczenie muszą być odpowiednio przygotowane do przechowywania ziarna. Teren wokół powinien być wolny od wszelkiej roślinności (krzewy, drzewa itp.), a podłoże wyrównane i utwardzone. Niedozwolone jest składowanie wokół magazynu różnych niepotrzebnych przedmiotów.

Przyziemie wokół budynku magazynowego powinno być wybetonowane bądź dobrze utwardzone. Magazyn powinien być wykonany z odpowiednich materiałów budowlanych, dobrze izolujących, które uniemożliwiają przenikanie wilgoci od fundamentów i z konstrukcji dachu. Budynek powinien być

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

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

Nie należy wpuszczać do magazynu kotów. Wprawdzie skutecznie odstrasza ją gryzonie, ale jednocześnie rozsypują i rozdeptują ziarno, zanieczyszczają je wydalinami, sierścią itp. Ich obecność wokół pomieszczeń magazynowych jest jak najbardziej wskazana, chociaż prowadzić może do zwiększonej czujności i mobilności ewentualnych gryzoni.

Nie należy magazynować ziarna starego razem z ziarnem świeżo zebrany. Szkodniki dobrze wyczuwają takie ziarno (intensywny zapach, wyższa wilgotność itp.), chętnie przedostają się do niego i szybko je zasiedlają. Przed załadunkiem do magazynu świeżego ziarna należy dokładnie usunąć z niego pozostałości ziarna z ubiegłego sezonu. Jeżeli jest ono wolne od szkodni-

ków najlepiej je ześrutować i przeznaczyć w krótkim czasie na paszę dla zwierząt gospodarskich (Olejarski 2005a, b).

Należy dokładnie zamieść magazyn (ściany, podłoga, elementy konstrukcyjne) i usunąć widoczne pajęczyny. Jeżeli to możliwe należy użyć odkurzacza, aby oczyścić miejsca trudno dostępne (szczeliny, miejsca pod maszynami itp.). Pozostawiony kurz i zanieczyszczenia pochłaniają stosowane środki ochrony roślin, obniżają ich skuteczność i umożliwiają przeżycie ukrytym w nich szkodnikom. Wszelkie zebrane w trakcie sprzątanía magazynu zanieczyszczenia należy spalić lub zakopać zalewając uprzednio roztworem wapna (Olejarski 2005a, b).

Wczesne wykrywanie szkodników

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

Do wykrywania motyli magazynowych stosuje się pułapki feromonowe. Mogą one mieć kształt plastikowych pojemników (np. lejkowa pułapka na mkliki), kartonowych pudełek (SP Lokator Pułapka na mkliki), czy pasków/taśm z powierzchnią klejącą (np. Ferrokap EP). Znajdujący się w pułapkach dyspenser feromonowy przywabia motyle magazynowe popularnie zwane molami. Pułapki te umieszcza się na wysokości do 2 m od powierzchni podłogi czy przyzmy ziarna, w miejscach, gdzie możliwe jest swobodne rozchodzenie się feromonu w pomieszczeniu. Nie umieszcza się ich nad ciągami komunikacyjnymi, ani blisko ścian, otworów wentylacyjnych, okiennych i drzwiowych, aby nie zwabiały motyli z zewnątrz. Pułapki feromonowe mogą „emitować” feromon do około 3 miesięcy. Zgodnie z zaleceniami producenta feromon lub pułapkę należy okresowo wymieniać. Pułapki feromonowe są bardzo czułe. Zwabiają motyle z kilkudziesięciu m² powierzchni magazynu (lub od 100 do 600 m³). Niestety wykrywają tylko obecność samców motyli.

Do wykrywania obecności szkodliwych chrząszczy stosuje się pułapki w kształcie rurek o perforowanych ściankach (np. Probe Trap), czy lejkowatych pojemników z perforowanymi wieczkami (np. Pitfall Trap). Umieszcza się je w przyzmy ziarna krzyżowo, co 5–6 m i na różnej głębokości – tuż przy powierzchni przyzmy lub kilkadziesiąt cm w głąb. Przez otworki w pułapkach wpadają do wnętrza szkodniki poruszające się w przestrzeniach międzyziarnowych.

W magazynach płaskich wykłada się pułapki chwytne z perforowanym wieczkiem (np. PC Floor Trap) lub papierowe z powierzchnią klejącą (np. Window Trap na trojszyki). Umieszcza się je krzyżowo w odstępach, co 4–5 m. W celu zwiększenia efektu zwabiania szkodników wkłada się do nich specjalny atraktant, wymieniając go co miesiąc na nowy. Stosowane pułapki chwytne są bezpieczne dla ludzi, zwierząt i zmagazynowanego ziarna.

Stała i systematyczna kontrola obecności i liczebności szkodników złapanych w takich pułapkach umożliwia ocenę stanu zagrożenia i powinna być podstawą przy podejmowaniu decyzji o ewentualnym zwalczaniu wykrytych szkodników (Nawrot i Olejarski 2007).

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

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

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

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

Zwalczanie/efektywne ograniczanie liczebności szkodników

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

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

Zmienne warunki atmosferyczne, procesy związane z późniwym „oddychaniem” ziarna, czy rozwój szkodników magazynowych mogą powodować miejscowy wzrost wilgotności ziarna (Nawrot 2001). Okresowe przedmuchywa-

nie suchym i chłodnym lub dosuszanie ciepłym powietrzem ziarna wyrównuje i obniża jego wilgotność do bezpiecznych wartości. Zabieg taki oddziałuje również niekorzystnie na różne szkodniki magazynowe. Wysoka temperatura wytwarzana w suszarkach eliminuje owady znajdujące się w ziarnie. Szczególnie wrażliwe są roztocze, które szybko giną w niskiej wilgotności powietrza.

Chemiczna ochrona przed szkodnikami magazynowymi

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

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

Wybór środka ochrony roślin w magazynach zbożowych

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

Środki kontaktowe tzw. protektanty zaliczane są do grupy środków szkodliwych i można nimi wykonać zabiegi we własnym zakresie. Działają stopniowo, zabezpieczając magazyn i ziarno na długi czas. Stosuje się je na ziarno tylko w trakcie jego przemieszczania w systemie transportowym magazynu. Pod żadnym pozorem nie wolno nimi zabezpieczać nieruchomej powierzchni przylgi ziarna. Prowadzi to bowiem do miejscowego, nadmiernego kumulowania się środka i skażenia ziarna. Zabiegi środkami kontaktowymi wykonywane są zwykle profilaktycznie w celu zabezpieczenia ziarna w trakcie zasypywania do magazynu, przy założeniu dłuższego składowania. Polegają one na dokładnym opryskiwaniu/zaprawianiu ziarna środkiem ochrony. Należy do tego celu użyć sprawnego opryskiwacza wyposażonego w rozpylacz wytwarzający bardzo drobne krople. Należy pamiętać, iż zabieg ten wprowadza pewną ilość wody do ziarna, co zwiększa jego wilgotność i może prowadzić do przekroczenia poziomu bezpiecznego dla przechowywania.

Środki gazowe tzw. fumiganty zaliczane są do grupy środków bardzo toksycznych i toksycznych. Zabiegi z ich użyciem mogą wykonywać tylko przeszkoleni pracownicy zakładów DDD (Dezynfekcja, Dezynsekcja, Deratyzacja). Wymagana jest odpowiednia (około 15 m) izolacja przestrzenna od pomieszczeń, w których przebywają ludzie i zwierzęta. Pomieszczenia fumigowane muszą być szczelne bądź odpowiednio doszczelnione. Środki te stwarzają potencjalne ryzyko zapłonu, a nawet wybuchu (Böye i wsp. 2006). Działają

bardzo szybko zwalczając wszystkie szkodniki, w tym gryzonie znajdujące się w gazowanym obiekcie. Niestety po odwietrzeniu magazynu i ziarna, ziarno i obiekt narażone są na ponowne przedostawanie się i żerowanie szkodników. Ze względu na szybkość działania, zabiegi środkami do gazowania wykonywane są interwencyjnie po stwierdzeniu liczego występowania gatunków, które eliminuje tylko ten zabieg (np. larwy wołków, skośnika zbożowiaczka, kapturnika zbożowca).

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

Bezpieczne stosowanie środków ochrony roślin w magazynach

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

Progi ekonomicznej szkodliwości

Jak dotąd nie opracowano progów ekonomicznej szkodliwości poszczególnych gatunków szkodników magazynowych. Wydaje się to też mało prawdopodobne w najbliższej przyszłości. W magazynach zbożowych praktycznie każda liczebność szkodnika jakiegoś gatunku stanowi potencjalne zagrożenie dla zmagazynowanego ziarna. Potencjał rozrodczy szkodników magazynowych jest bardzo duży.

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

Straty powodowane przez szkodniki magazynowe

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

Straty bezpośrednie to ubytek ziarna spowodowany żerowaniem szkodników. Straty pośrednie to przede wszystkim zanieczyszczanie ziarna wydalinami, różnymi wydzielinami, oprzędami, wylinkami, włoskami, szczecinkami, piórami i martwymi osobnikami. Skarmianie zanieczyszczono-

nym ziarnem może powodować zadławienia, choroby, a nawet upadki zwierząt hodowlanych.

W miejscach występowania szkodników stopniowo wzrasta wilgotność i temperatura, co sprzyja rozwojowi grzybów pleśniowych. Zachodzą niekorzystne zmiany i następuje psucie się ziarna. Wędrujące szkodniki roznoszą zarodniki grzybów w inne „zdrowe” miejsca. W wyniku ich żerowania powstają duże ilości pyłu, który szczelnie wypełnia przestrzenie międzyziarnowe i utrudnia bądź uniemożliwia swobodny przepływ powietrza przez masę ziarna. Prowadzi to do wzrostu wilgotności przechowywanych zbóż. W skrajnych przypadkach ziarno zostaje całkowicie zjedzone lub zniszczone (Nawrot 2001; Olejarski 2005b).

Integrowana ochrona magazynów a występowanie grzybów

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

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

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

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

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

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

W uprawach polowych, w tym w uprawach jęczmienia można wykorzystać głównie ochronę organizmów pożytecznych, czyli metodę konserwacyjną polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów poprzez urozmaicenie krajobrazu, tworzenie zacienień i kryjówek, odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne. Wrogowie naturalni występujący w środowisku naturalnym redukują liczebność gatunków szkodliwych, jest to tzw. opór „środowiska”. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana. Warto więc je dobrze poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić drapieżnictwo, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca–ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż 1 ofiary. Drugą formą współżycia dwóch organizmów jest pasożytnictwo, w której jeden czerpie korzyści ze współżycia, drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa nazywamy pasożytem, który wykorzystuje stale lub okresowo organizm żywiciela jako

źródło pożywienia i środowisko życia, a tego, który ponosi szkody – żywicielem. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt) 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).

Wśród pasożytów, które w naturalny sposób ograniczają populacje organizmów szkodliwych w uprawie jęczmienia są pasożytnicze błonkówki, głównie z rodzin męczelkowatych, gąsienicznikowatych i bleskotkowatych (fot. 34). Błonkówki są parazytoidami wielu szkodliwych gatunków, między innymi gąsienic różnych motyli, chrząszczy, a także muchówek (np. poczwarek śmietek czy jaj skrzypionek). W ograniczaniu populacji mszyc: czeremchowo-zbożowej, zbożowej, czy różano-zbożowej mają znaczenie pasożytnicze błonkówki z rodziny mszycarzowatych (*Aphidius* spp.). Samice pasożytniczych błonkówek składają jaja pojedynczo do ciała larwy mszycy. Rozwój larwy parazytoidea przebiega w całości wewnątrz ciała ofiary, która zamiera, a postać dorosła po przepoczwarczeniu wydostaje się na zewnątrz przez otwór wygryziony w grzbietowej części ciała mszycy. Mszyce tracą woskowy nalot, ich ciało staje się matowe i przekształca się w tzw. mumię (fot. 35). Bardzo ważną rolę w ograniczaniu populacji szkodników w uprawie jęczmienia mogą odgrywać także pasożytnicze muchówki z rodziny rączykowatych. Muchówki z tej rodziny swoim wyglądem przypominają muchę domową, lecz są od niej większe, bardziej krępe i pokryte szczecinkami (fot. 36). Samice przy pomocy pokładełka składają jaja bezpośrednio do ciała żywiciela, na jego powierzchnię, na roślinę lub do gleby. Wylęgające się na zewnątrz larwy wchodzi do ciała owada-żywiciela. Po zakończeniu rozwoju dorosłe larwy rączyk wychodzą z ciała gospodarza, który w wyniku uszkodzenia większości tkanek oraz utraty hemolimfy ginie w czasie tego procesu. Spasożytowane przez tę grupę mogą być zarówno gąsienice wielu szkodliwych motyli, larwy błonkówek, muchówek, pluskwiaków, jak i chrząszczy (np. pędraków). Samice, zanim rozpoczną składanie jaj, odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym z roślin uprawnych i dziko rosnących. Dlatego ważne jest posiadanie w sąsiedztwie takich enklaw, stanowiących bazę pokarmową dla tego parazytoidea (Fiedler 2007).

Należy również pamiętać, że w środowisku glebowym, w sposób naturalny występuje wiele gatunków patogenicznych grzybów, bakterii, wirusów czy nicieni, które w sprzyjających warunkach regulują liczebność populacji wielu gatunków szkodliwych. Grzyby owadobójcze występujące naturalnie w środowisku mogą wywołać epizooty (masowe zamieranie szkodników) i zupełnie zredukować populacje szkodnika. Takim przykładem mogą być grzyby należące do rodziny owadomorków, które w sprzyjających warunkach (wysoka temperatura, wilgotność i duże nasilenie szkodnika) redukowały kolonie mszyc w całości w uprawie lub ograniczały populację danego szkodnika, np. mszycy zbożowej.

Z kolei w środowisku glebowym, takie gatunki grzybów owadobójczych, jak: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* czy *Metarhizium anisopliae* mogą redukować stadia glebowe szkodników. Nawet 30% populacji tych szkodników może być zredukowane przez grzyby owadobójcze w glebie podczas zimowania (Sosnowska 1997; Bałazy 2000). Dlatego ważne jest, aby ze względu na naturalnie występujące organizmy pożyteczne w środowisku wspomagać ich działanie poprzez modyfikowanie krajobrazu rolniczego. Wykazano, że rozwojowi grzybów owadobójczych sprzyjają np. siedliska nadwodne, lasy, zadrzewienia, szuwały, łąki i uprawy wieloletnie oraz stosowanie nawozów organicznych, czy bezorkowy system uprawy gleby. Natomiast wysokie dawki nawozów mineralnych, intensywna agrotechnika, stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi ogranicza potencjał mikroorganizmów pożytecznych w glebie (Tkaczuk 2008).

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

W przyrodzie najczęściej spotykaną naturalną formą zależności między organizmami żywymi jest drapieżnictwo. Najliczniejszą grupą mniej lub bardziej wyspecjalizowaną w drapieżnictwie są chrząszcze, głównie z rodzin: biegaczowatych (Carabidae) (fot. 37), trzyszczowatych (Cicindelidae) (fot. 38), gnilikowatych (Histeridae) (fot. 39), kusakowatych (Staphylidae) (fot. 40), biedronkowatych (Coccinellidae), omarlicowatych (Sylphidae) i omomiłkowatych (Cantharididae). Chrząszcze posiadają typowy gryzący aparat gębowy z silnie rozwiniętymi żuwaczkami, służący do chwytania i zabijania ofiar. Chrząszcze do pełnego rozwoju potrzebują do kilkuset ofiar (zjadane są różne stadia rozwojowe owadów), jakkolwiek liczba ta zmienia się w zależności od rozmiarów ciała ofiary. Ważną rodziną pożytecznych chrząszczy są biegaczowate, wśród których tylko jeden gatunek jest szkodnikiem upraw rolniczych – łożaś garbatek, pozostałe gatunki będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami spełniają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce do jednej z większych grup taksonomicznych owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Wśród drapieżnych biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Odżywiają się mszycami, mrówkami, gąsienicami i poczwarkami motyli oraz larwami różnych szkodliwych gatunków chrząszczy i muchówek. Często pokarmem dla nich są także ślimaki i dżdżownice.

Najmniejsze z biegaczowatych – niestrudki, odżywiają się jajami innych owadów, np. oprzędzików i śmiatek. Zapotrzebowanie pokarmowe biegaczowatych jest ogromne. W ciągu doby biegacz zjada więcej pokarmu niż sam waży. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na powierzchni pól uprawnych integrowanej produkcji około 50% badanych zgrupowań stanowił gatunek *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach były: *Calathus ambiguus*, *Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski i wsp. 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych Staphylinidae należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. W Polsce opisano ponad 1400 gatunków. Przedstawiciele tej rodziny osiągają przeważnie małe rozmiary, zdarzają się jednak i takie, które dorastają do ponad 3 cm np. próchniczak czarniawy (*Ocypus olens*), u którego polują zarówno formy larwalne, jak i dorosłe na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica *Aleochara bilineata* Gyll., skorogonek *Tachyporus hypnorum* F. oraz nawozak *Philonthus fuscipes* Mann. Występują one w różnych środowiskach. Różnorodność gatunkowa kusaków jest znacznie większa na obrzeżach lasów i zadrzewień, niż w ich centralnej części. Wiosną następuje wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy i poczwarki oraz drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. W związku z tym, że kusaki występują na glebie ich ofiarami są gatunki roślinożerców również bytujące w tym środowisku lub te, których stadia diapauzujące przebywają w glebie. Wśród chrząszczy z rodziny kusakowatych na uwagę zasługuje rydzenica (*Aleochara bilineata*), niewielki dwumilimetrowy kusak, atakujący larwy, poczwarki i postacie dorosłe śmiatek oraz innych muchówek. Rydzenica niszczy 20–30% poczwarek śmietki kiełkówki czy śmietki ozimówki, które są ważnymi szkodnikami w uprawie jęczmienia (Ignatowicz i Olszak 1998).

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie jęczmienia są biedronkowate Coccinellidae. Na świecie opisanych jest już około 5 tysięcy biedronek. W naszym kraju zaś żyje ich ponad 70 gatunków. Największa rodzima biedronka, oczatka (*Anatis ocellata*), osiąga prawie 1 cm wielkości. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Biedronki są przede wszystkim ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach, zarówno larwy, jak i dorosłe osobniki są bardzo żarłoczne. Jedna larwa zjada w ciągu swego rozwoju około 600 mszyc, a owad

dorosły likwiduje dziennie około 50 różnych stadiów szkodników (fot. 41, 42). W uprawie jęczmienia biedronki pełnią ważną rolę przy redukowaniu liczebności jaj skrzypionek. Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca-ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Biedronki charakteryzują się dużą zdolnością reprodukcyjną, jednakże ich liczebność i rozmieszczenie w ostatnich latach w środowisku naturalnym zmniejsza się z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą: biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* L., biedronka dwukropka *Adalia bipunctata* L., biedronka wrzeczka *Propylea quatuordecimpunctata* L. i skulik przedziorkowiec *Stethorus punctillum* Ws. (Pruszyński i Lipa 1970).

Owadami pożytecznymi są także drapieżne muchówki Diptera, głównie należące do rodziny bzygowatych Syrphidae (fot. 43). Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym Syrphidae stanowią potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Bzygowate mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżców. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice Syrphidae składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego 1 osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc. Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżne gatunki reprezentujące rodziny: tasznikowatych Miridae, dziubałkowatych Anthocoridae (fot. 44) oraz tarczówkowatych Pentatomidae. Używają one klujki jako szpady do zabijania, a następnie wysysają swoje ofiary. Ich pokarmem są przedziorki, jaja owocówek i innych motyli, mszyc oraz wciornastków, np. wciornastka zbożowca, który jest ważnym szkodnikiem w uprawie jęczmienia. W ciągu doby dziubałeczki potrafią wyssać 50 jaj przedziorków lub 7 larw mszycy czy wciornastków. Wśród dziubałeczek dużą rolę jako organizm pożyteczny odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L., ale istotne są także gatunki z rodziny tasznikowatych Miridae i zażartkowatych Nabidae (Boczek i Lipa 1978).

Drapieżny tryb życia prowadzi również większość przedstawicieli sieciarek (Neuroptera), których larwy posiadają sierpowate żuwaczki przystosowane do wysysania innych owadów. Są to niewielkie owady o seledynowych, siateczkowatych skrzydłach, które często można spotkać

pomiędzy framugami okien i w innych zacisznych kryjówkach. Przedstawicielem najczęściej spotykanym jest złotook pospolity (*Chrysoperla carnea*) (fot. 45, 46). Osobniki dorosłe odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym, a larwy są drapieżne, atakują mszyce, małe gąsienice motyli i inne miękkie owady oraz jaja. Larwa złotooka zjada w ciągu dnia 20 mszyc lub około 300 przedziorków, a w ciągu całego życia około 600 mszyc, kilkaset jaj i innych stadiów rozwojowych owadów (Piątkowski 2001; Sosnowska i Fiedler 2013).

Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy skorki (Dermaptera) (fot. 47), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszenia napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. piętnówki motyli sówkowatych. W praktyce często nie doceniamy również roli pajaków w ograniczaniu liczebności wielu groźnych szkodników roślin. A wystarczy przyjrzeć się pajęczynom często występującym w uprawie jęczmienia, gdzie można zobaczyć w sieci mszyce, przyszczarki, skoczki czy śmietki. W Polsce żyje około 700 gatunków pajaków (fot. 48), wśród których najpospolitszym jest *Linyphia triangularis*, w którego sieciach stwierdzono ponad 150 różnych gatunków owadów. Są to jednak niewyspecjalizowani drapieżcy, którzy odławiają w swoje sieci te owady, których jest najwięcej w środowisku, i które przypadkowo w nie wpadają, w tym również wrogów naturalnych. Niemniej można uznać także pajaki za ważnego regulatora liczebności roślinożernych owadów (Wiech 1997; Wiech i wsp. 2001).

Mówiąc o organizmach pożytecznych, występujących naturalnie w środowisku, nie należy zapominać także o roli „zapylaczy”, i to zarówno zwierząt, jak i owadów. Zapylanie nie tylko zwiększa plony, ale poprawia też ich jakość. W naszej strefie klimatycznej około 80–90% gatunków roślin zapylnych jest właśnie przez owady. Zapylanie naturalne kwiatów roślin owadopylnych jest często niedoceniane, a nie wolno zapominać o tym, że jest to najtańszy czynnik plonotwórczy w produkcji rolniczej (Pruszyński i wsp. 2012).

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

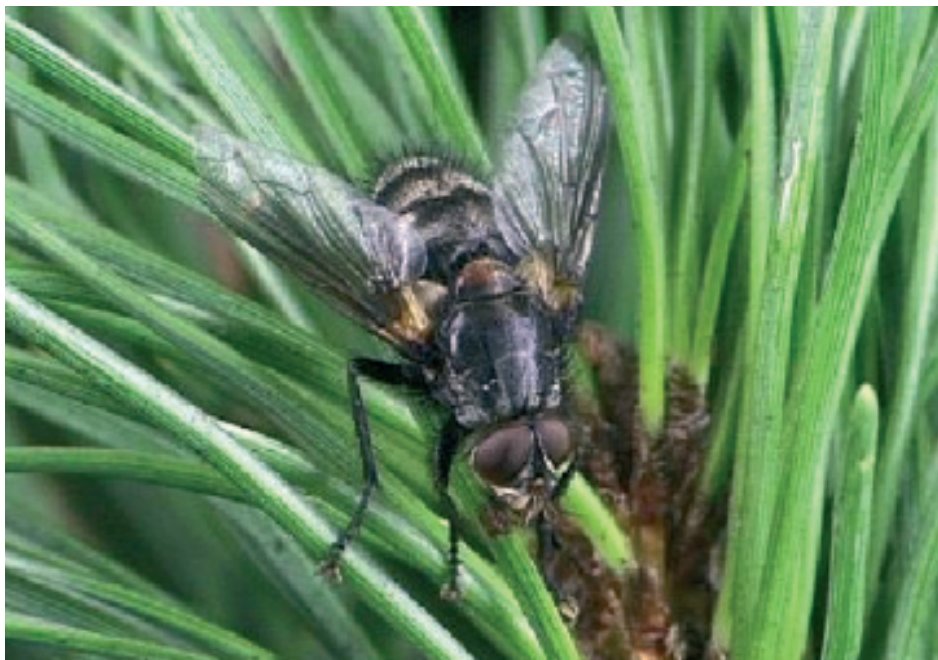
Nie należy również zapominać o zwiększaniu także świadomości producentów rolnych o roli wrogów naturalnych występujących w środowisku naturalnym, ponieważ tzw. „opór środowiska” stanowi ważny element, często niedoceniany w integrowanej ochronie roślin.



Fot. 34. Bleskotkowate – postać dorosła (fot. M. Tomalak)



Fot. 35. Spasożytowana mszyca – „mumia” (fot. M. Tomalak)



Fot. 36. Muchówka z rodziny rączykowatych (fot. M. Tomalak)



Fot. 37. Chrzęszcz z rodziny biegaczowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 38. Trzyszc piaskowy (*Cicindela hybrida*) (fot. M. Tomalak)



Fot. 39. Gniliak (*Hister helluo*) – osobnik dorosły (fot. M. Tomalak)



Fot. 40. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 41. Biedronka siedmiokropka (fot. K. Nijak)



Fot. 42. Larwa biedronki (fot. K. Nijak)



Fot. 43. Bzygowate (Syrphidae) – postać dorosła (fot. M. Tomalak)



Fot. 44. Drapieżny pluskwiak z rodziny dziubalkowatych (fot. Ż. Fiedler)



Fot. 45. Osobnik dorosły złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 46. Larwa złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 47. Skorek pospolity (*Forficula auricularia*)
(fot. M. Tomalak)



Fot. 48. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*)
(fot. K. Nijak)

10. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY

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

Roli pszczół jako zapylaczy nie sposób przecenić zarówno w środowisku naturalnym, jak i w produkcji roślinnej. 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 2007). Jęczmień to roślina w dużej mierze samopylna, stąd owady zapylające nie mają w procesie produkcji jęczmienia większego znaczenia (Mrówczyński i wsp. 2010).

Należy jednak pamiętać, że w integrowanej ochronie dopuszcza się obecność chwastów w ilości, która nie ma wpływu na plonowanie jęczmienia. W związku z tym trzeba uwzględnić sytuację, w której w łanie jęczmienia bądź na jego obrzeżach mogą występować kwitnące chwasty, na których mogą znajdować się owady zapylające. Ponadto występujące w uprawie jęczmienia mszyce produkują spadź, która działa wabiąco na pszczoły. Nad plantacjami jęczmienia mogą też przelatywać pszczoły pomiędzy pasieką, czy miejscem gniazdowania a roślinami pożytkowymi, dostarczającymi nektar i pyłek. W takiej sytuacji pszczoły mogą odpoczywać na roślinach jęczmienia lub przelatywać bezpośrednio nad roślinami, co w przypadku ochrony łąnu, zwłaszcza środkami o działaniu gazowym może być niebezpieczne 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. 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, poprawy przygotowania zawodowego wykonawców zabiegów, a także wprowadzenia odpowiednich aktów prawnych. W latach 90. zatruciom ulegało w Polsce od 5 do 20% rodzin pszczelich rocznie. Obecnie szacunkowe dane wskazują na około 1% zatrutych pni pszczelich rocznie w naszym kraju (Skubida 2007).

Najwięcej zatruć obserwuje się w Polsce podczas kwitnienia rzepaku, szczególnie w okresie zwalczania słodyszka rzepakowego oraz na plantacjach ziemniaków 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).

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

- zabiegi wykonywać tylko w przypadkach przekroczenia przez organizmy szkodliwe progów ekonomicznej szkodliwości i o ile to możliwe ograniczać zabiegi do pasów brzeżnych lub miejsc wystąpienia agrofaga tam gdzie to możliwe, ograniczać powierzchnię zabiegu do miejsc, w którym 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 pszczoł,
- 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 pszczoł,
- informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin,
- przestrzegać przepisów prawnych.

11. SZKODY POWODOWANE PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE

Jęczmień w Polsce uprawiany jest na powierzchni około 1 mln hektarów. W 85–90% uprawiany jest jęczmień jary, natomiast 10–15% powierzchni zajmują odmiany ozime (Główny Urząd Statystyczny 2017). W zależności od przeznaczenia (około 50 odmian) i terminu siewu (jary – połowa marca lub ozimy – druga lub trzecia dekada września) okres jego wegetacji jest różny w różnych rejonach kraju. Jęczmień dojrzewa szybko (55–90 dni) i już w lipcu wraz z rzepakiem następują jego zbiory. Podobnie jak inne zboża, w tym kukurydza, jęczmień jest narażony na szkody powodowane przez niektóre gatunki zwierząt łownych. Przez szkody łowieckie w jęczmieniu należy rozumieć wszystkie bezpośrednie uszkodzenia powodowane przebywaniem i żerowaniem niektórych gatunków tych zwierząt. Do głównych sprawców szkód łowieckich powodowanych w uprawach jęczmienia w Polsce należy zaliczyć następujące gatunki ssaków łownych: jeleni szlachetny (*Cervus elaphus* L.), daniel (*Dama dama* L.), sarna (*Capreolus caoreolus* L.) i dzik (*Sus scrofa* L.).

Populacja dzika w ostatnich kilkunastu latach systematycznie rosła i wynosi obecnie około 250–270 tysięcy osobników (niektóre źródła naukowe podają 380 tysięcy) (Bobek i wsp. 2015; Popczyk 2016). Jeszcze 10 lat temu populację dzika oceniano na około 100 tysięcy. Zagęszczenie populacji dzika na terenie kraju jest bardzo zróżnicowane. Przyrost populacji dzika w ostatnich latach nabrał tempa głównie ze względu na łatwy dostęp do wysokoenergetycznego, zasobnego w białko i łatwostrawnego pokarmu (kukurydza, inne zboża, rzepak, inne gatunki roślin rolniczych). Znaczenie mają niewątpliwie zmiany klimatyczne, dzięki którym zwiększyła się przeżywalność młodych osobników w okresach zimy. Wymienione czynniki powodują zmiany w biologii dzika, polegające na szybszym dojrzewaniu samic i całorocznym rozmnażaniu (Węgorzek 2011; Popczyk 2016). Roczny przyrost liczebności populacji tego gatunku wynosi w obecnych warunkach około 150–200%. Tak więc przy dzisiejszym poziomie liczebności dzika w Polsce należy rokrocznie zmniejszać populację o minimum 375 000 osobników. Podobnie zauważalny jest wzrost populacji zwierząt jeleniowatych. Jeleni mamy obecnie w Polsce około 170 tysięcy (10 lat temu około 110 tysięcy), łosi około 17 tysięcy, danieli 20 tysięcy, saren około 800 tysięcy (Główny Urząd Statystyczny 2017). Jeleniowate nie rozmnażają się tak szybko jak dziki i utrzymanie ich populacji na zaplanowanym poziomie jest znacznie łatwiejsze. Zwierzęta te w różnych regionach Polski występują w różnych ilościowo populacjach (Bobek i wsp. 1992).

Atrakcyjność pokarmowa jęczmienia dla ssaków łownych wynika z kilku przyczyn. Najważniejsza jest wartość pokarmowa tej rośliny. Jęczmień w okresie wykształcenia ziarniaków zawiera 10–11% białka. Należy zaznaczyć, że ziarno wielu odmian jęczmienia nie zawiera lub zawiera niewielką ilość glutenu, co sprawia, że dziki, które nie trawią tego białka zjadają go znacznie więcej niż w późniejszym okresie pszenicy, żyta lub pszenżyta, zawierających

duże ilości niestrawnego dla nich glutenu. Jęczmień zawiera 70–73% węglowodanów, głównie roślinnego polisacharydu – skrobi, co sprawia, że dla zwierząt jest wysokoenergetycznym pokarmem. Strawność nasion jęczmienia jest pięciokrotnie wyższa niż strawność pędów krzewów i drzew lub suchych traw, które są naturalnym pokarmem zwierząt jeleniowatych w lasach. Zwierzęta uzyskują dwukrotnie więcej energii z tego zboża niż dostarcza im tego pokarm leśny.

Szkody powodowane przez wymienione gatunki w jęczmieniu mogą występować już po siewie, zwłaszcza w odmianach ozimych wysianych na stanowiskach po kukurydzy, kiedy to sprawcami szkód są najczęściej dziki poszukujące resztek przyoranej kukurydzy. Jeśli wcześniej zwierzęta te żerowały na polu kukurydzy, po której wysiano jęczmień, szkody mogą być dotkliwe. Podobnie jęczmień jary, siany na stanowiskach po kukurydzy lub po roślinach okopowych narażony jest na liczne porycia i tratowanie przez dziki. W poszukiwaniu resztek przyoranych kolb, ziemniaków czy buraków dziki potrafią buchtować i wyorywać je na dużych powierzchniach, kopiąc przy okazji głębokie doły, przysypując młode rośliny jęczmienia lub wyciągając je na powierzchnię wraz z korzeniami. Częstym obiektem poszukiwań dzików na tych polach są również larwy owadów glebowych z rodziny sprężkowatych – drutowce, rolnice, chrabąszcze, a także dżdżownice lub zwierzęta z rodziny myszowatych (Węgorzek 2011). Pamiętajmy jednak, że rośliny jęczmienia same w sobie nie są w tym okresie głównym pokarmem dzików i przysypane lub zdeptane, po ruszeniu wiosennej roślinności form ozimych lub uszkodzanych w marcu i kwietniu form jarych szybko się regenerują, a ich plon w niewielkim tylko stopniu będzie odbiegał od plonowania roślin z pól nieuszkodzonych w ten sposób. Jęczmień ozimy i jary również narażony jest na przygryzanie przez zwierzęta jeleniowate. Szkodliwość tych zwierząt dla roślin jęczmienia polega na zjadaniu tkanek roślin oraz uszkodzaniu roślin, przez co następuje ułatwiony dostęp i rozwój chorób grzybowych i bakteryjnych. Można bowiem przyjąć, że podobnie jak to ma miejsce u innych gatunków roślin, zarodniki grzybów wnikają do roślin jęczmienia poprzez zranienia powodowane przez omawiane gatunki zwierząt (Jajor i wsp. 2008; Węgorzek i wsp. 2011, 2014). Ponadto, zwierzęta odżywiając się porażoną przez grzyby rośliną, stają się wektorami zarodników i przenoszą je na inne, zdrowe rośliny, zarówno na odnóżach, jak i poprzez zgryzanie. Wszystkie części roślin, praktycznie w każdym etapie rozwoju roślin jęczmienia, mogą być porażane przez sprawców chorób na skutek zranień. Uszkodzenia powodowane przez wymienione wyżej gatunki zwierząt jeleniowatych mają najczęściej charakter uszkodzeń mechanicznych liści, stożków wzrostu i pędów. Choć najczęściej rośliny uszkodzane są tylko częściowo, w ekstremalnych przypadkach, na skutek zgryzania lub tratowania, rośliny mogą być zniszczone całkowicie i w konsekwencji zamierają. Odmiany ozime w okresie jesieni, zimy i wczesnej wiosny, na których żerują zwierzęta jeleniowate mają uszkodzone najczęściej tylko blaszki liściowe, a te uszkodzenia, jak wspomniano, po ruszeniu wiosennej roślinności są przez rośliny

szybko regenerowane. Przed ruszeniem wegetacji wiosennej międzywęzła roślin jęczmienia są bowiem skrócone i tworzą tzw. węzeł krzewienia, który znajduje się pod powierzchnią gleby i nie jest przez jeleniowate bezpośrednio zjadany. Odmiany odporniejsze na przemarzanie mają ten węzeł położony głębiej. Pędy boczne wyrastające z węzła krzewienia, których liczba zależy od odmiany jęczmienia ozimego, strzelają w źdźbło dopiero wiosną i ten moment wegetacji decyduje o ilości i jakości plonu. Im lepsza kondycja roślin, którą uzyskujemy dzięki prawidłowej technologii produkcji jesienią (termin siewu, nawożenie, odchwaszczanie) tym skutki zimowych szkód powodowanych żerowaniem zwierzyny łownej będą mniejsze. Minimalne zagęszczenie roślin jęczmienia ozimego przed ruszeniem wiosennej wegetacji wynosi 110–150 roślin/m².

W praktyce nie zanotowano postępu w ochronie upraw rolniczych przed zwierzętami łownymi, a nawet obserwuje się wzrost tolerancji głównych sprawców szkód – dzików, jeleni i saren – na dotychczas skuteczne repelenty zapachowe i smakowe, jak również na inne metody zapobiegawcze. Choć powodów wzrostu tolerancji zwierząt łownych na repelenty chemiczne jest dużo, to badania prowadzone w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym (IOR – PIB) w Poznaniu wyraźnie wskazują na wzrost znaczenia aspektu etologicznego. Na skutek zmian w zachowaniu, dotychczas skutecznie wykorzystywane repelenty zapachowe, smakowe, a także urządzenia akustyczne i świetlne są dziś w ochronie roślin mniej przydatne. Procesy uczenia się i zapamiętywania występujące powszechnie zwłaszcza u zwierząt stadnych i starszych, gdzie „wiedza” przekazywana jest z pokolenia na pokolenie podczas procesów nauczania, powodują, że zapach człowieka czy drapieżnika w wielu miejscach nie jest już sygnałem lękowym. Coraz częściej jedyną skuteczną metodą wydaje się być grodzenie całych powierzchni upraw. Metoda ta z dobrym skutkiem używana jest głównie w leśnictwie, jest jednak bardzo droga, pracochłonna, a w rolnictwie nie wszędzie przydatna i możliwa do stosowania.

Sposoby ograniczania strat powodowanych przez zwierzęta łowne

W ograniczaniu szkód powodowanych przez zwierzęta łowne istotną rolę odgrywa współpraca pomiędzy producentami rolnymi, a zarządcami lub dzierżawcami obwodów łowieckich, którzy na podstawie wieloletnich łowieckich planów hodowlanych i rocznych planów łowieckich zarządzają populacjami zwierząt. Jednym ze sposobów minimalizowania szkód powodowanych przez wymienione gatunki ssaków łownych jest pozostawienie w obrębie zagrożonej uprawy pasa żerowego lub na okres zimy fragmentu pola z kukurydzą lub inną atrakcyjną rośliną paszową. Dysponując atrakcyjnym i łatwo dostępnym pokarmem zwierzęta w mniejszym stopniu będą zainteresowane uprawami, na których pokarm jest trudniej dostępny lub mniej atrakcyjny dietetycznie.

Niemniej jednak, wszystkie metody ograniczania szkód należy konsultować ze wspomnianym zarządcą lub dzierżawcą obwodu łowieckiego, na którego terytorium znajduje się uprawa jęczmienia, ponieważ prawny obowią-

zek ochrony upraw rolniczych przed zwierzyną łowną leży zarówno w gestii producentów rolnych, jak i kół łowieckich lub Ośrodków Hodowli Zwierzyny, a najlepsze efekty uzyskuje się poprzez współpracę wszystkich wymienionych podmiotów, co zresztą wynika z Ustawy o Prawie łowieckim.

Metoda agrotechniczna

W celu ograniczania szkód powodowanych przez zwierzęta łowne należy odpowiednio wybrać miejsca siewu jęczmienia. Zaleca się, aby uprawy jęczmienia zakładać w większej odległości od lasów i innych miejsc ostożowych (bagna, trzcinowiska, zakrzewienia). W ochronie upraw jęczmienia przed zwierzętami łownymi stosuje się metody: mechaniczną, agrotechniczną i chemiczną. Ochrona upraw przed dzikami i zwierzętami jeleniowatymi w integrowanej technologii uprawy jęczmienia powinna rozpocząć się od właściwego wyboru stanowiska pod zasiewy. Jak wspomniano siew jęczmienia na stanowisku po kukurydzy lub roślinach okopowych zwiększa znacznie ryzyko szkód powodowanych przez dziki. Również sąsiedztwo rzepaku zwiększa ryzyko szkód, zwłaszcza w późniejszych fazach, kiedy wykształcone jest już ziarno, ponieważ dziki często przebywają w tym okresie w łąkach rzepaku. Istotne są właściwie przeprowadzone zabiegi uprawowe – przede wszystkim orka i bronowanie, ograniczające ilości larw rolnic, drutowców, pędraków oraz gniazd gryzoni polnych. Ważne jest również dbanie o różnorodność biologiczną, która wzmacnia opór środowiska rolniczego w stosunku do agrofagów i wzbogaca dietę roślinożerców, ograniczając w ten sposób ich żerowanie na polach uprawnych.

Metoda mechaniczna

Elektryczne lub elektryczne urządzenia wizualne, dotykowe (pastuchy elektryczne) oraz dźwiękowe (armatki hukowe, sznury hukowe itp.) należą do najczęściej stosowanych do odstraszenia zwierząt łownych metod mechanicznych. Na podstawie badań prowadzonych w IOR – PIB można stwierdzić, że przy intensywnym korzystaniu z tych urządzeń ich skuteczność jest krótkotrwała – zwierzęta szybko się do nich przyzwyczajają. Okres skutecznego działania wymienionych urządzeń na danym stanowisku wynosi od 2 do 6 tygodni. Z tego powodu zaleca się ich stosowanie tylko w krytycznym okresie powstawania szkód, a więc przede wszystkim do ochrony zasiewów jęczmienia w fazach BBCH 01 do 29 i BBCH 73 do 87.

W miejscach ekstremalnie narażonych na szkody powstające rokrocznie zaleca się budowę ogrodzeń utrudniających ssakom kopytnym wejście na uprawę. Zaletą tej metody jest wieloletnia skuteczność ochrony powierzchni przed zwierzętami bez względu na gatunek uprawianej rośliny. Niekorzystnym następstwem stosowania ogrodzeń na dużych powierzchniach pól jest zwiększenie skali uszkodzeń na polach sąsiadujących z chronionymi. Jest to więc metoda wprowadzająca szereg niekorzystnych zmian w biotopach.

Metoda chemiczna

Do metod chemicznych zaliczyć można stosowanie naturalnych lub syntetycznych substancji chemicznych, których działanie ma charakter odstraszający (repelenty) lub wabiący zwierzęta (atraktanty). Wykorzystując działanie substancji chemicznych można sterować zachowaniem zwierząt poprzez bodźce zapachowe i smakowe, np. kwas fosforowy – substancja o działaniu smakowym, biologicznie czynna w stosunku do zwierząt wyższych oraz kwasy: walerianowy, masłowy, izomasłowy i inne substancje o działaniu zapachowym, które mogą mieć zarówno właściwości odstraszające, jak i wabiące.

Repelenty o działaniu złożonym odstraszają smakiem i mechanicznie, smakiem i zapachem względnie smakiem, zapachem i mechanicznie. Substancje czynne tych środków oddziałują na zwierzęta poprzez krótkotrwałe bodźce bólowy (drażnienie śluzówki) lub lękowy (zapach drapieżcy). Tego typu sygnały, informujące zwierzę o zagrożeniu, wywołują reakcje unikania, ucieczki, a rzadziej ataku (tab. 31, 32).

Z kolei atraktanty, suplementy diety i substancje prozdrowotne podawane zwierzętom w postaci lizawek w miejscach dokarmiania przyczyniają się do zmniejszania ich presji na uprawy polowe. Zwierzęta dłużej pozostają w miejscach dokarmiania i krócej żerują na roślinach rolniczych.

Tabela 31. Charakterystyka sygnałów wpływających na zachowanie zwierząt łownych w ich środowisku

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

Tabela 32. Reakcje zwierząt na działanie bodźców wykorzystywanych w repelentach i atraktantach

Bodziec	Percepcja	Reakcja
Bólowy	ból	ucieczka
Lękowy	lęk	unikanie, ucieczka
Apetytywny	apetyt	dążenie do osiągnięcia

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

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

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

- Wojewódzkie Ośrodki Doradztwa Rolniczego (ODR),
- Izby Rolnicze,
- prywatne podmioty doradcze w tym podmioty akredytowane w zakresie usług doradczych dla rolników i posiadaczy lasów.

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

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

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

Obowiązujące regulacje na 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 artykuale 4. mówi wyraźnie „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5–15”, a w artykuale 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 przykładają się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

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

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej 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, gdyż 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, 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 mianowi-

cie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

Gospodarstwa demonstracyjne reprezentują najwyższy poziom produkcji rolniczej. Są one miejscem wdrażania zasad integrowanej produkcji i ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w gospodarstwach tych prowadzona będzie przez merytorycznych doradców, obserwacja nasilenia występowania agrofagów dla uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochrony roślin oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwoli na efektywne prowadzenie sygnalizacji wystąpienia 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 danych i właściwe przekazanie informacji. Budowany system umożliwia korzystanie z doradztwa on-line z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

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

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

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

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

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

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

Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie spełniać ma nowa, internetowa platforma sygnalizacji agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane będą programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma przygotowywana jest przez Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego. Jest to narzędzie, które będzie pomagało rolnikom w codziennej pracy. Realizacja przedsięwzięcia ma istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczoł, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Nie zabraknie zatem zaleceń, jak wykonywać zabiegi ochronne, aby nie zaszkodzić owadom zapylającym.

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

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

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

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

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

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

ności ją przewietrzać.

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

Stan techniki do zbioru zbóż

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

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

Do zarządzania maszynami żniwnymi i współpracującymi z nimi środkami transportowymi wprowadzane są systemy telematyczne, które umożliwiają dwukierunkową transmisję danych bezpośrednio z maszyn do

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

Zalecenia dla pracy kombajnami zbożowymi

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

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

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

Istotny wpływ na przebieg pracy kombajnu ma zawartość wody w masie roślinnej, a także wilgotność powietrza w trakcie zbioru. Zwiększona wilgotność słomy przyczynia się często do zapychania elementów roboczych zespołu żniwnego, natomiast zbyt sucha słoma może ulegać większemu rozdrobnieniu w zespole młocącym, co przyczynia się do przeciążenia wytrząsaczy oraz sit zespołu czyszczącego. To wskazuje na istotne znaczenie wyboru wysokości koszenia, podczas której powinno się uwzględniać wpływ wilgotności zbiera-

nych roślin na wydajność pracy kombajnu. Opady ciągłe o niewielkim natężeniu w ciągu dwóch godzin powodują wzrost wilgotności ziarna o 1%. Natomiast spadek wilgotności ziarna spowodowanej opadami podczas sprzyjającej pogody jest wolniejszy.

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

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

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

Zbiór pochylonego ładu. Wskutek pochylenia roślin następuje zmniejszenie wysokości ładu w porównaniu z faktyczną długością roślin. Zboże jest pochylone, gdy ład ma wysokość równą 0,7–0,9 długości rośliny. Jakość pracy podczas zbioru takich zbóż zależy głównie od kierunku jazdy kombajnu, regulacji rozdzielacza, jak również od prawidłowego ustawienia parametrów nagarniacza. Podczas zbioru pochylonego ładu jęczmienia najlepszym kierunkiem jazdy kombajnu jest kierunek skośny, około 45° w stosunku do wyłożenia roślin. Niezbędne jest w tym przypadku dokładne ustawienie rozdzielaczy.

Ustawienie nagarniaczy jest prawie takie samo, jak w przypadku zbóż stojących, jedyną różnicą jest kąt odchylenia palców nagarniacza, który w tym przypadku wynosi około 15° w kierunku przeciwnym do ruchu maszyny. Jeśli pochylenie

w znaczącym stopniu będzie wzdłuż rzędów roślin, operator może prowadzić maszynę w kierunku przeciwnym do pochylenia, tzw. „zbiór pod włos”.

Zbiór roślin wyległych. Łan jest wyległy, gdy ma wysokość mniejszą niż 0,7 długości rośliny. W przypadku zbioru takiego plonu najbardziej korzystnym kierunkiem jazdy kombajnu jest kierunek prostopadły do wyłożenia. Wysokość koszenia powinna być jak najniższa, natomiast nagarniacz należy wysunąć przed zespół tnący, a jego palce ustawić pod maksymalnym kątem, tj. około 30° w kierunku przeciwnym do kierunku jazdy. Do zbioru roślin wyległych można także stosować podnośniki. Jednak najlepsze efekty ich pracy zauważalne są podczas zbioru zbóż długosiemiastych suchych i niezachwaszczonych. Stosując podnośniki zbiór powinien odbywać się skośnie do kierunku wyłożenia zboża. Stosowanie podnośników podczas zbioru zbóż wilgotnych i zachwaszczonych jest nieskuteczne, a w niektórych przypadkach może przynosić skutki odwrotne do zamierzonych, czyli zwiększyć przestoje związane z zapchanym zespołem tnącym.

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

Organizacja i planowanie pracy przy zbiorze kombajnami

Przy organizacji pracy kombajnu należy zadbać o odpowiednie przygotowanie pola oraz wybór sposobu poruszania się kombajnu. Należy dążyć do zagonowego ruchu kombajnu, równoległego do kierunku uprawy, który pozwala na rozwijanie większej prędkości roboczej, ponieważ kombajn nie musi pokonywać poprzecznych nierówności pola. Ruch w okółkę jest dopuszczalny na małych polach, po których nie można poruszać się sposobem zagonowym. Ten sposób ruchu zmniejsza wydajność dzienną kombajnu średnio o 1–1,5 ha, przede wszystkim wskutek długotrwałego wykonywania nawrotów. Ruch ten utrudnia również pracę maszyn do zbioru słomy pokombajnowej. W przypadku zbioru zbóż pochylonych i wyległych należy dostosować kierunek ruchu kombajnu do pochylenia (wyległości).

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

Odbiór i transport ziarna

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

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

W praktyce najczęściej stosowanymi sposobami wyładunku zbiornika kombajnu są: wyładunek do przyczep podprowadzonych do kombajnu na postoju oraz wyładunek w czasie pracy kombajnu do przyczep poruszających się obok kombajnu. Wyładunek zbiornika w czasie pracy kombajnu jest najbardziej wydajny, ale wymaga to od operatorów maszyn wysokich kwalifikacji. Wadą tej metody odbioru ziarna jest utrudnione wykorzystanie pełnej pojemności skrzyni ładunkowych. Najmniej wydajny jest wyładunek ziarna do przyczep rozmieszczonych na jednym lub obu uwrociach. W przypadku gospodarstw wielkotowarowych upowszechnia się transport ziarna od kombajnu do stojących na uwrociu pola kontenerów lub samochodów ciężarowych przy pomocy specjalnych przyczep przeładunkowych. Skrzynie ładunkowe powinny być w sposób właściwy uszczelnione i przygotowane do przewozu ziarna. Nieodpowiednie przygotowanie przyczepy, np. niedokładnie zamykające się burty lub szczeliny w miejscu ich styku z podłogą, prowadzi do dużych strat ziarna.

Obróbka pozbiorowa ziarna

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

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

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

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

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

Czyszczenie wstępne według wariantu I ma na celu oddzielenie przede wszystkim tych zanieczyszczeń, które przez dużą zawartość wilgoci mogłyby stać się ośrodkiem zmian fizykochemicznych w ziarnie podczas składowania w oczekiwaniu na suszenie. Ten zabieg zwiększa także efektywność suszenia. Czyszczeniem wstępnym według wariantu I powinno być objęte ziarno z całego zbioru. Zabieg ten należy wykonać podczas dostarczania ziarna do magazynu.

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

Czyszczeniem wstępnym według wariantu III powinno być objęte ziarno wysuszone w suszarce. Zabiegowi temu należy poddać ziarno po wstępnym

oczyszczeniu według wariantu II w stanie wilgotnym, podczas przyjmowania, a więc ziarno, z którego nie był wydzielony pośląd.

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

Wietrzenie ziarna. Wietrzenie ziarna jest metodą konserwacji, która oddziałuje hamująco na procesy przemiany zachodzące w przechowywanym ziarnie. Czynność ta polega na ochładzaniu, a następnie suszeniu albo też na jednoczesnym ochładzaniu i suszeniu. Wietrzenie polega na stosowaniu wymuszonego przepływu powietrza atmosferycznego przez przestrzeń międzyziarnową składowanej masy. Proces chłodzenia ziarna przez wietrzenie następuje znacznie szybciej niż suszenie. Zakłada się, że przez wietrzenie doprowadza się temperaturę ziarna do temperatury powietrza użytego do wietrzenia. Natomiast proces suszenia za pomocą wietrzenia przebiega powoli. Zależy on od wilgotności względnej powietrza i natężenia jego przepływu przez warstwę ziarna. Skuteczność suszącego działania wietrzenia zmniejsza się w stosunku do ziarna o wilgotności poniżej 16%, co ma ścisły związek z malejącą różnicą między występującą najczęściej wilgotnością względną powietrza atmosferycznego, stosowanego do wietrzenia a wilgotnością równoważną ziarna.

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

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

W gospodarstwach rolnych stosowane są dwa zasadnicze systemy suszenia: suszenie termiczne i suszenie przez wentylację. Podczas suszenia termicznego powietrze nagrzane do określonej temperatury, zależnej od przeznaczenia produktu i jego właściwości fizjologicznych, jest przetłaczane przez warstwę ziarna. Natomiast suszenie przez wentylację polega na przetłaczaniu powietrza przez warstwę ziarna za pomocą wentylatora. Powietrze jako czynnik suszący powinno być ogrzane o 5 do 8°C (Ryniecki i Szymański 1999). W procesie suszenia ziarno nie może być nadmiernie nagrzewane, dotyczy to zwłaszcza ziarna siewnego. Dopuszczalna temperatura materiału suszonego zależy od gatunku ziarna i jego wilgotności. Na ogół można określić dopuszczalną temperaturę nagrzania materiału suszonego: dla ziarna siewnego około 30–50°C, a dla ziarna konsumpcyjnego około 50–60°C.

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

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

Transport wewnętrzny ziarna

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

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

Przechowywanie ziarna

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

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

14. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

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

14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

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

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

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

Magazyn środków ochrony roślin:

- powinien znajdować się z dala od budynku mieszkalnego i inwentarskiego, stodoł, spichlerzy i innych magazynów spożywczych, a także od studni, ujęć wody pitnej, zbiorników i cieków wodnych w odległości nie mniejszej niż 20 m,
- powinien posiadać nieprzepuszczalną łatwo zmywalną nawierzchnię umożliwiającą dokładne i szybkie usunięcie środka w razie jego rozlania lub rozsypania,
- powinien posiadać własną wentylację i oświetlenie, a w pomieszczeniu temperatura nie powinna spadać poniżej 0°C,
- magazynowane środki ochrony roślin powinny być dobrze opisane (najlepiej w oryginalnych opakowaniach i z etykietą), w sposób uniemożliwiający ich kontakt z produktami spożywczymi i paszą. Należy je także zabezpieczyć przed przypadkowym spożyciem przez ludzi lub zwierzęta.

14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

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

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

Sporządzanie cieczy użytkowej

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

Ciecz użytkową należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiornikach nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Zawsze przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne należy szczegółowo zapoznać się z etykietą stosowania, w której zawarte są niezbędne wskazówki i informacje dotyczące możliwości mieszania i stosowania tych środków. Preparaty chemiczne w formie proszków do sporządzania zawiesin wodnych, koncentratów zawiesinowych czy past, należy wstępnie rozprowadzić w małej ilości wody, sporządzając zagęszczoną papkę, a następnie rozcieńczyć ją do konsystencji płynnej. Tak przygotowane preparaty, przy włączonym mieszadle cieczy, wlewa się przez sito wlewowe do zbiornika opryskiwacza napelnionego częściowo wodą, a następnie dopełnia się zbiornik dożądanego poziomu. Po odmierzeniu płynnych środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym skażenia miejscowe jest sporządzanie cieczy użytkowej na polu, szczególnie w przypadku opryskiwaczy wyposażo-

nych w specjalne rozwadniacze agrochemikaliów, gdzie komponenty ulegają wstępnemu rozcieńczeniu/rozpuszczeniu przed wprowadzeniem do zbiornika.

W zabiegach z użyciem kilku agrochemikaliów istotne znaczenie ma kolejność mieszania składników, a także niedopuszczenie do osadzania i rozwarstwienia się poszczególnych komponentów. Mieszaninę przygotowuje się z zachowaniem właściwej kolejności dodawania poszczególnych składników. Najpierw miesza się ciecz z nawozami, a potem dodaje się wstępnie rozcieńczone środki ochrony roślin. Do zbiornika opryskiwacza do połowy napelnionego 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.

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

Wybór aparatury do zabiegów

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

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

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

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, bezpieczeństwo i skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Ich wyboru często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czaczyk 2012). W doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi i ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych (tab. 33).

W uprawie jęczmienia konieczność wykonywania różnych zabiegów ochronnych (zwalczanie chwastów, chorób, szkodników) czy też zmienne warunki pogodowe w okresie wegetacji są istotnym czynnikiem limitującym wybór właściwych parametrów opryskiwania, a w tym przede wszystkim typu i wymiaru rozpylaczy. Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (tab. 34). Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin lub w przypadku konieczności ograniczania znoszenia (Kierzek i wsp. 2012).

Dobór rozpylacza do konkretnych zabiegów ochronnych należy poprzedzić zapoznaniem się z jego charakterystyką techniczną, a szczególnie z informacją o typie i rodzaju rozpylacza oraz natężeniu wypływu cieczy, które jest wyrażone zunifikowanym kolorem i kodem cyfrowym (np. zielony – 015, żółty – 02, niebieski – 03 itd.).

Tabela 33. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropeł (kategoria kroplistości), w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (klasa wielkości kropeł uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

Rozpylacze szczelinowe płaskostrumieniowe o kącie 110° (120°)							
Rozmiar (kod)		015	02	025	03	04	05
Typ – ciśnienie (bar)							
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 kropeł (kroplistość)							
Drobne (F)		Średnie (M)		Grube (C)		Bardzo grube (VC)	

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

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych** lub **uniwersalnych** o podwyższonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnienia roboczego). Rozpylacze standardowe można stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników, jak i chwastów. Wytwarzają one dużo drobnych kropeł 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). W ochronie z użyciem fungicydów niezwykle istotny jest transport cieczy użytkowej jak najgłębiej w łan, na łodygi i dobre pokrycie dolnych stron liści, czyli miejsc, gdzie infekcja często ma swój początek. Do takich zabiegów w jęczmieniu lepszą przydatność wykazują rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania, które efektywnie działają w szerokim zakresie ciśnienia roboczego (od 1 do 5 bar) zapewniając uzyskanie większej jednorodności wytwarzanych kropeł. Rozpylacze te przy normalnych warunkach pogodowych

zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łąnu.

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

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych np. silniejszym wietrze. Rozpylacze te wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łąn docierając do głęboko ukrytych części roślin. W pierwszych konstrukcjach rozpylaczy eżektorowych uzyskiwano optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) dla ciśnień roboczych w granicach od 5 do 8 bar. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadawalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskano już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 bar. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%. Rozpylacze eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu systemicznym (układowym). Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy. Modele te produkowane są w wersji z symetrycznymi (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60°) i asymetrycznymi wachlarzami. W trakcie przejazdu rośliny opryskiwane są dwoma strumieniami cieczy. Jeden strumień skierowany jest w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, co ma zapewnić dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych i pionowych powierzchni roślin oraz dobrą penetrację łąnu. Zamontowanie na opryskiwaczu rozpylaczy antyznoszeniowych lub eżektorowych o mniejszych rozmiarach (np. kolor żółty „02” lub niebieski „03”), pozwala na skuteczne i bezpieczne wykonywanie zabiegu w mniej korzystnych warunkach pogodowych, przy średnim zużyciu cieczy użytkowej od 100 do 300 l na hektar.

Podczas wykonywania łączonych zabiegów z użyciem różnych agrochemikaliów należy stosować niskie i średnie ciśnienia robocze z zalecanych dla

poszczególnych typów rozpylaczy, a więc do 3 bar przy rozpylaczach standardowych i o podwyższonej jakości rozpylania cieczy oraz od 3 do 5 bar dla rozpylaczy eżektorowych.

Kąt strumienia cieczy a wysokość belki polowej

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

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

Tabela 34. Dobór rozpylaczy i dawki cieczy użytkowej do polowych zabiegów ochrony roślin z użyciem konwencjonalnych opryskiwaczy polowych i wykorzystujących technikę PSP (Pomocniczy Strumień Powietrza)

Typy rozpylaczy Wyszczególnienie	Rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe)						Dawka cieczy w l/ha	
	standardowe/ uniwersalne		niskoznosze- niowe		eżektorowe		technika konwen- cjonalna	technika PSP
Wielkość kropeł (rodzaj opryskiwania)	drobne	śred- nie	grube	śred- nie	grube	grube/ bardzo grube		
Kontrola znoszenia	(*)	(**)	(**)	(**)	(***)	(****)		
HERBICYDY								
Doglebowe	(-)	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	200–300	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	(-)	(+)	(++)	(++)	(++)	(+)	200–300	75–150
Mieszaniny ś.o.r. i nawozów	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	(+)	200–300	75–125

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

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

Dobór dawki cieczy użytkowej

Podstawową zasadą efektywnej ochrony roślin jest stosowanie możliwie niskich dawek cieczy użytkowej, a także minimalnych zalecanych dawek środków ochrony roślin tak, aby zabieg ochronny odznaczał się wysoką skutecznością i bezpieczeństwem dla ludzi i środowiska (Kierzek i wsp. 2012). Środki stosowane nalistnie wymagają dobrego naniesienia i pokrycia opryskiwanych powierzchni i stąd nie jest konieczne stosowanie większych dawek cieczy użytkowej, ale precyzyjne nanoszenie rozpylanej cieczy na poszczególne części roślin. Użycie nadmiernych ilości cieczy, powyżej granicy retencji (zdolność roślin do zatrzymywania cieczy) prowadzi do znacznych strat cieczy, co w konsekwencji powoduje większe skażenie środowiska glebowego.

Regulacja opryskiwacza

Wykonanie kalibracji opryskiwacza (czyli ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w procesie regulacji) jest warunkiem niezbędnym do ustalenia właściwego dawkowania środka ochrony roślin na chronioną powierzchnię plantacji. Zgodnie z dobrą praktyką ochrony roślin w procesie

regulacji opryskiwacza ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają realizację założonej dawki cieczy na hektar dla wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza. Przedawkowanie lub zastosowanie zmniejszonej dawki to czynności nieodwracalne ze wszystkimi konsekwencjami. Nieprecyzyjna regulacja opryskiwacza lub jej zaniechanie to bardzo częste przyczyny uszkodzenia roślin, obserwowane szczególnie wyraźnie po zastosowaniu niektórych herbicydów.

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

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

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

Warunki wykonywania zabiegów

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

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowana jest przebiegiem warunków atmosferycznych (Kierzek i wsp. 2010). Duży wpływ na efektywność stosowanych środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. Opryskiwanie należy wykonywać przy niewielkim wietrze i bezdeszczowej pogodzie oraz umiarkowanej temperaturze i małym nasłonecznieniu. Zabieg wykonywany w niesprzyjających warunkach pogodowych (wysoka temperatura i niska wilgotność powietrza) może być przyczyną uszkodzeń innych roślin w wyniku znoszenia cieczy użytkowej na obszary nieobjęte zabiegiem,

a także może powodować niezamierzone zatrucia wielu pożytecznych gatunków entomofauny, będących często naturalnymi wrogami zwalczanych szkodników.

Zalecana temperatura powietrza podczas zabiegów jest warunkowana rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin i takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągnięta jest w temperaturze 12–20°C (tab. 35). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy pyretroidów. Wykonywanie zabiegu przy umiarkowanej temperaturze i niewielkim nasłonecznieniu w dużym stopniu ogranicza parowanie zastosowanego środka ochrony roślin minimalizując ryzyko ewentualnych zatruć, które mogą wystąpić podczas jego wdychania. Najlepiej zabiegi zwalczania wykonywać rano lub wieczorem z uwagi na mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie, względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych. W czasie opryskiwania temperatura powietrza nie powinna przekraczać 22–25°C, natomiast temperatura cieczy użytkowej nie powinna być niższa od 5–8°C. Względna wilgotność powietrza powinna być większa niż 60%.

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

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

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

wahań belki polowej.

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

Tabela 35. 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

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

14.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania

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

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

Mycie opryskiwacza jest absolutnie konieczne, gdy kolejny zabieg będzie wykonywany na innej uprawie, a zastosowany środek stwarza ryzyko uszkodzenia roślin w kolejnym zabiegu (np. herbicyd, regulator wzrostu). Szczególnie w uprawie jęczmienia w wyniku niedokładnego umycia opryskiwacza z resztek

środków ochrony roślin może dojść do zahamowania wzrostu lub poważnych uszkodzeń roślin. Taka sytuacja może wystąpić po zabiegu z użyciem herbicydów np. w zbożach i niedokładnym umyciu opryskiwacza, który następnie często wykorzystuje się do opryskiwania roślin rzepaku z użyciem fungicydów lub insektycydów.

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) 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, by nie spowodować skażenia miejscowego gleby.

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej

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

lizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

Do mycia wewnętrznej 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, Biomass-bed, Vertibac), czy też urządzenia oparte na odparowaniu wody w systemach dehydratacji (np. Helioseem czy Osmofilm) (Doruchowski i wsp. 2011). Na stanowisku typu Biobed można usunąć resztki cieczy użytkowej oraz nagromadzony osad z dna zbiornika i filtrów, odkręcając zawór spustowy zbiornika, a także demontując filtry i rozpylacze (Doruchowski i Hołownicki 2009). Po przepłukaniu zbiornika i elementów filtrów należy zamknąć zawór spustowy i częściowo napełnić zbiornik wodą. Po uruchomieniu pompy uzyskuje się możliwość przepłukania całego układu przewodzenia cieczy, otwierając kolejno dopływ do poszczególnych sekcji belki polowej ze zdemontowanymi rozpylaczami. Po tej czynności montuje się wyczyszczone rozpylacze i poprzez ponowne uruchomienie pompy sprawdza się szczelność całego układu cieczowego.

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

Resztki środków ochrony osiadające na opryskiwaczu w trakcie zabiegu należy skutecznie zmyć, aby zabezpieczyć przed korozją i zużyciem sprzętu oraz ograniczyć zagrożenie dla środowiska i ludzi obsługujących aparaturę zabiegową (Godyń i Doruchowski 2009). Pozostawione na powierzchni resztki środków ochrony roślin i nawozów działają niekorzystnie na materiały, z których zbudowany jest opryskiwacz. **Po zakończonym dniu pracy należy umyć wodą całą aparaturę z zewnątrz, a także podzespoły mające kontakt ze środkami chemicznymi. Do mycia zewnętrznego opryskiwacza należy stosować najmniejszą konieczną ilość wody, najlepiej z użyciem lancy wysokociśnieniowej zamiast szczotki, aby skrócić czas i zwiększyć skuteczność mycia.** Nowoczesne opryskiwacze wyposażane są w specjalistyczne zestawy do mycia zewnętrznego, składające się ze szczotki lub lancy/pistoletu ciśnieniowego oraz zwijacza węża. Innym przydatnym urządzeniem do tego celu są myjki wysokoci-

śnieniowe używane do mycia samochodów i innych maszyn rolniczych (ciśnienie robocze w zakresie 60–120 bar). Z uwagi na możliwość przedostawania się resztek środków ochrony roślin do wód powierzchniowych wszystkie czynności związane z myciem opryskiwacza należy wykonywać na terenie nieużytkowanym rolniczo, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na którym mogą przebywać ludzie i zwierzęta. Zewnętrzne mycie opryskiwacza najlepiej przeprowadzać w miejscu umożliwiającym skierowanie popłuczyn do zamkniętego systemu zbierania skażonych pozostałości lub do systemu neutralizacji/bioremediacji (np. stanowisko Biobed, Phytobac, Vertibac). W przypadku braku specjalistycznych stanowisk mycie zewnętrzne opryskiwacza można wykonać na polu, na biologicznie czynnej powierzchni (np. teren zadarniony), cechującej się ograniczonym przesiąkaniem i dobrymi właściwościami biodegradacji zanieczyszczonej wody. Do mycia warto stosować dodatek zalecanych i ulegających szybkiej biodegradacji środków wspomagających efektywność mycia.

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

15. FAZY ROZWOJOWE JĘCZMIENIA W SKALI BBCH

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

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

Klucz do określania faz rozwojowych jęczmienia w skali BBCH

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

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

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści

- 10 Z pochewki liściowej (koleoptyla) wydobywa się pierwszy liść (szpilkowanie)
- 11 Faza 1 liścia
- 12 Faza 2 liścia
- 13 Faza 3 liścia

- 14 Faza 4 liścia
- 15 Faza 5 liścia
- 16 Faza 6 liścia
- 17 Faza 7 liścia
- 18 Faza 8 liścia
- 19 Faza 9 lub więcej liści

Główna faza rozwojowa 2: Krzewienie

- 20 Brak rozkrzewień
- 21 Początek fazy krzewienia: widoczne 1 rozkrzewienie
- 22 Widoczne 2 rozkrzewienia
- 23 Widoczne 3 rozkrzewienia
- 24. Widoczne 4 rozkrzewienia
- 25 Widoczne 5 rozkrzewienia
- 26 Widoczne 6 rozkrzewienia
- 27 Widoczne 7 rozkrzewienia
- 28 Widoczne 8 rozkrzewienia
- 29 Koniec fazy 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 1 kolanko co najmniej 1 cm nad węzłem krzewienia
- 32 2 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 1
- 33 3 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 2
- 34 4 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 3
- 35 5 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 4
- 36 6 kolanko co najmniej 2 cm nad kolankiem 5
- 37 Widoczny liść flagowy, ale jeszcze nie rozwinięty, kłos zaczyna pęcznieć
- 39 Faza liścia flagowego: liść flagowy całkowicie rozwinięty, widoczny języczek (ligula) ostatniego liścia

Główna faza rozwojowa 4: Grubienie pochwy liściowej liścia flagowego (rozwój kłosa w pochwie liściowej)

- 41 Początek grubienia (nabrzmiwania) pochwy liściowej liścia flagowego, wczesna faza rozwoju kłosa
- 43 Widoczna nabrzmiąca pochwa liściowa liścia flagowego
- 45 Końcowa faza nabrzmiwania 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 Odslania się 20% kwiatostanu
- 53 Odslania się 30% kwiatostanu
- 54 Odslania się 40% kwiatostanu
- 55 Odslania się 50% kwiatostanu
- 56 Odslania się 60% kwiatostanu
- 57 Odslania się 70% kwiatostanu
- 58 Odslania się 80% kwiatostanu
- 59 Zakończenie fazy kłoszenia, wszystkie kłoski wydobywają się z pochwy, kłos całkowicie widoczny

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

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

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój ziarniaków

- 71 Dojrzałość wodna: pierwsze ziarniaki wodniste, osiągnęły połowę typowej wielkości
- 73 Początek dojrzałości mleczej
- 75 Pełna dojrzałość mleczna ziarniaków, ziarniaki osiągnęły typową wielkość, źdźbło zielone
- 77 Dojrzałość późno-mleczna ziarniaków

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie

- 83 Początek dojrzałości woskowej ziarniaków
- 85 Dojrzałość woskowa miękka, ziarniaki łatwo rozcierają się między palcami
- 87 Dojrzałość woskowa twarda, ziarniaki łatwo łamać paznokciem

89 Dojrzałość pełna, ziarniaki twarde, trudne do podzielenia paznokciem

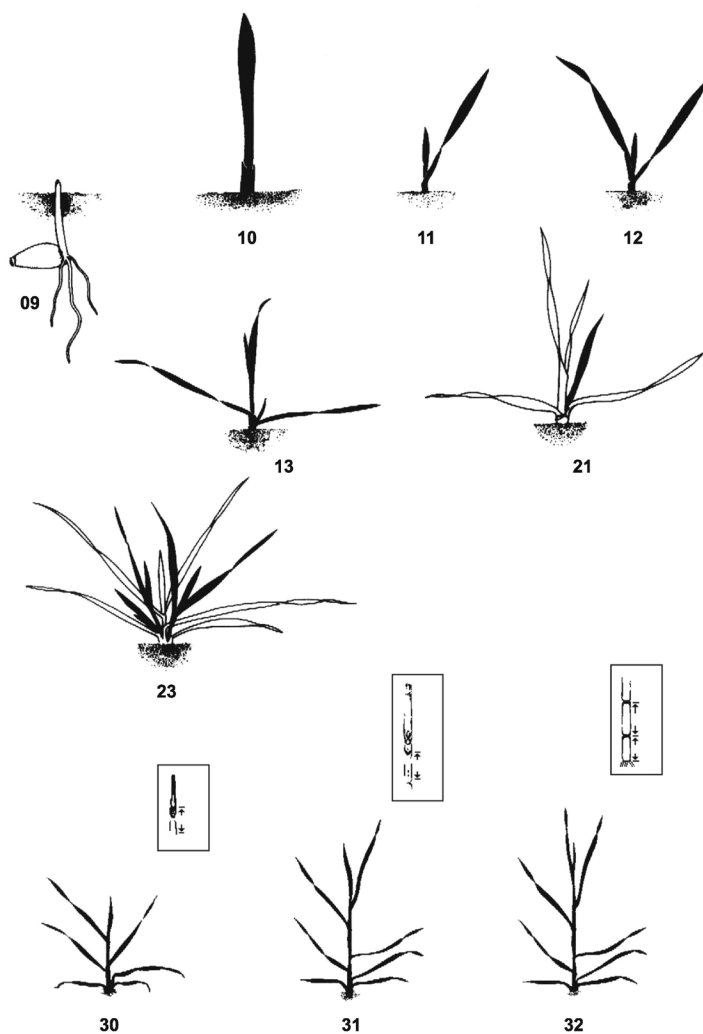
Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie

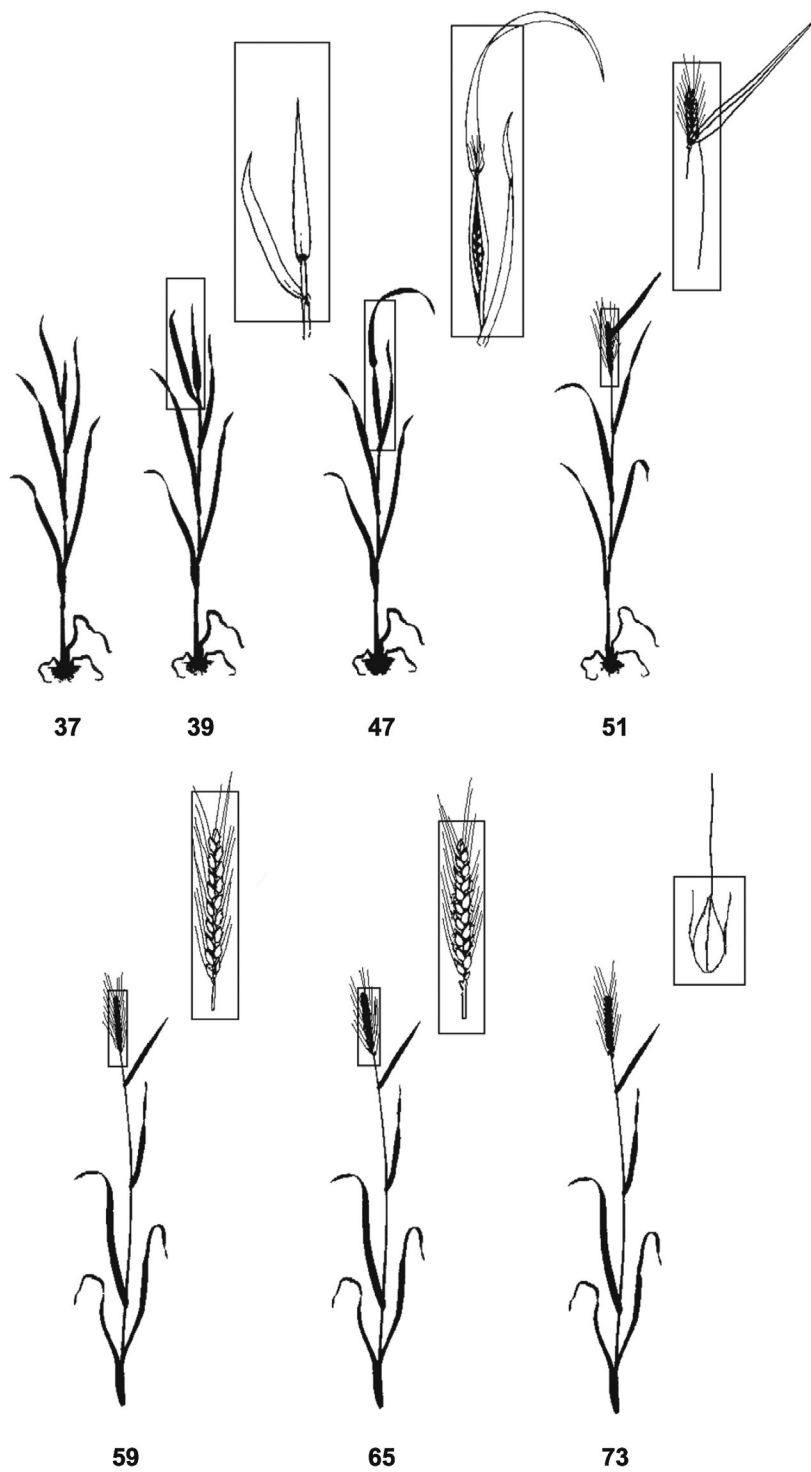
92 Dojrzałość martwa, ziarniaki bardzo twarde, nie można w nie wbić paznokcia

93 Ziarniaki luźno ułożone w kłosie, mogą się osypać

97 Roślina więdnie i zamiera

99 Zebrane ziarno, okres spoczynku





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

Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin

Obowiązek prowadzenia dokumentacji dotyczącej stosowania środków ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych wynika z art. 67 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy, jak: nazwa środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar (lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obliguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Stosujący środki ochrony roślin może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny aplikacji. Po wykonaniu zabiegu w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności.

Dokumentację można prowadzić według poniższego schematu (tab. 36).

Tabela 36. 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.												

Prowadzona starannie dokumentacja jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania. Ewidencja zabiegów ma także duże znaczenie w przypadku wykonywania zabiegów, w trakcie których mogło dojść do wystąpienia m.in.: zatrucia osób lub pszczoł, uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka w produkcji rolniczej może być również pomocna przy wyborze roślin następczych w płodozmianie. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy kontrolnej (tab. 37).

Tabela 37. Lista kontrolna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin

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

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

Obligatoryjne punkty kontrolne:

- posiadanie przez osobę stosującą środki ochrony roślin, aktualnego na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenia o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin (przy fumigowaniu w zakresie stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji)

- lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin (lub uprawnień wynikających ze zwolnień w ramach ustawy o środkach ochrony roślin),
- posiadanie dowodów zakupu fabrycznie nowego sprzętu, albo aktualnego protokołu badania technicznego potwierdzającego sprawność techniczną sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin oraz oznaczenia znakiem kontrolnym lub posługiwanie się sprzętem wyłączonym z obowiązku badań,
 - posiadanie i prawidłowe prowadzenie dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin,
 - stosowanie środków ochrony roślin zgodnie z etykietą,
 - stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin,
 - przechowywanie środków ochrony roślin wyłącznie w oryginalnych opakowaniach,
 - przechowywanie środków ochrony roślin w miejscach do tego przeznaczonych zgodnie z wymaganiami prawa,
 - używanie wyłącznie środków ochrony roślin wpisanych do rejestru środków dopuszczonych do obrotu zezwoleniem/pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa,
 - używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin,
 - prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin,
 - przestrzeganie okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami.

Dokumentacja w Integrowanej Produkcji roślin

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

Do notatnika integrowanej produkcji roślin producent ubiegający się o certyfikat IP zobowiązany jest wpisać informacje dotyczące prowadzonej uprawy oraz pól wraz z planem sytuacyjnym. Wpisywane w części początkowej notatnika informacje powinny uwzględniać ogólne dane dotyczące prowadzonego gospodarstwa, posiadanego sprzętu do stosowania środków

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

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

Prowadzenie notatnika zwalnia producenta z obowiązku prowadzenia dodatkowej dokumentacji zabiegów dla zgłoszonej uprawy, ponieważ wszystkie wymogi w tym zakresie, określone rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. i ustawą o środkach ochrony roślin są spełnione. W takim przypadku producent obowiązany jest przechowywać notatnik przez okres 3 lat (tab. 38).

Tabela 38. Lista Kontrolna IP dla upraw rolniczych

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

Tabela 38. Cd.

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

Tabela 38. Lista Kontrolna IP dla upraw rolniczych – cd.

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

Tabela 38. Cd.

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

17. LITERATURA

- Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych w regulowaniu zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 222–241. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych” (E. Matyjaszyk, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 393 ss.
- Adamczewski K., Kierzek R. 2007. Występowanie biotypów miotły zbożowej *Apera spica-venti* L. odpornej na herbicydy sulfonylomocznikowe. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (3): 333–340.
- Adamczewski K., Kierzek R., Matysiak K. 2014. Biotypes of scentless chamomile *Matricaria maritima* (L.) ssp. *inodora* (L.) Dostal and common poppy *Papaver rhoeas* (L.) resistant to tribenuron methyl, in Poland. Journal of Plant Protection Research 54 (4): 401–406.
- Allard R.W., Adams J. 1969. Population studies in predominantly self-pollinating species. XIII. Inter-genotypic competition and population structure in barley and wheat. The American Naturalist 103: 620–645.
- Arseniuk E. 2013. Hodowla odpornościowa i odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska w systemach zrównoważonego rolnictwa i zrównoważonej ochrony. Konferencja Naukowa „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”. Zakopane, 4–8.02.2013. Streszczenia: 13–15.
- Bałaży S. 2000. Zróżnicowanie grup funkcjonalnych grzybów entomopatogenicznych. Biotechnologia 3: 11–32.
- Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, O/Poznań, 255 ss. ISBN 83-09-01231-4.
- Banaszak J. 1993. Ekologia pszczół. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 263 ss.
- Bertholdsson N.O. 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. European Journal of Agronomy 10: 1–8.
- Bieniek J. 2011. Kombajnowy zbiór zbóż. Ekspertyza. Publikacja dostępna w serwisie www.agengpol.pl
- Blecharczyk A., Małecka I. 2003. Wpływ siewu bezpośredniego na właściwości gleby oraz plonowanie jęczmienia jarego i grochu. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk 95: 103–109.
- Blecharczyk A., Małecka I., Dobrzeński T., Zawada D. 2007. Wpływ następstwa roślin oraz upraw roli na zachwaszczenie jęczmienia jarego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (3): 52–55.
- Bobek B., Frąckowiak W., Furtek J., Kopeć K., Wojciuch-Płoskonka M., Ziobrowski M., Ziółkowska E. 2015. Dynamika liczebności i pozyskania dzikich kopytnych w Polsce. W: „Łowiectwo w Polsce w XXI wieku – realia i oczekiwania” (S. Gorczyca, red.). SITLiD, Gdańsk-Olsztyn: 51–70.
- Bobek B., Morow K., Perzanowski K., Kosobucka M. 1992. Jeleń. Monografia przyrodniczo-łowiecka. Wydawnictwo Świat, Warszawa, 200 ss.
- Boczek J. 1995. Nauka o szkodnikach roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 432 ss.

- Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 593 ss.
- Böye J., Ignatowicz S., Lange H., Mück O., Mueller D.K., Navarro S., Sotiroudas V., Hofmeier H., Hemptinne G.J., Hemptinne A., Rübsamen B. 2006. Szkoleniowa i techniczna pomoc we wdrażaniu technologii alternatywnych dla bromku metylu w sektorze „po zbiorze” w krajach z gospodarką w okresie przejściowym. Podręcznik szkoleniowy. Wydano ze środków UNEP, 100 ss.
- Ciepielewska D. 1991. Biedronki (*Coleoptera*, *Coccinellidae*) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. Polskie Pismo Entomologiczne 61 (1): 129–138.
- Courtney A. D. 1991. The role of competition in developing an appropriate rate strategy for weed control in spring barley. Brighton Crop Protection Conference – Weeds: 1217–1224.
- Czaczyk Z. 2012. Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.
- Czembor H.J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. Materiały 2-giego Krajowego Sympozjum „Odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska”. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików, 12–14.09.1995: 39–48.
- Czuba R. 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 471: 161–169.
- Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 15 (3): 333–335.
- Domańska H. 1980. Chwasty i ich zwalczanie. Państwowe 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 Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 17 ss. ISBN 978-83-60573-31-0.
- Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.
- Dreszer K., Gieroba J., Roszkowski A. 1998. Kombajnowy zbiór zbóż. Wydawnictwo Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa.
- Dzienia S., Pisker T., Wereszczaka J., Wrzesińska E. 1998. Wpływ systemów uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 186, Agricultura 69: 33–36.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. Fragmenta Agronomica 2 (90): 227–241.
- Fiedler Ż. 2007. Organizmy pożyteczne, występowanie, identyfikacja oraz wykorzystanie w integrowanej produkcji w Polsce (D. Sosnowska, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 84 ss. ISBN 978-83-89867-22-3.
- Finckh M.R., Gacek E.S., Goyeau H., Lannou Ch., Merz U., Mundt C.C., Munk L., Nadziak J.,

- Newton A.C., de Vallavieille-Poppe C., Wolfe M.S. 2000. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20: 813–837.
- Finckh M.R., Mundt Ch.C. 1992. Plant competition and disease in genetically diverse populations. *Oecology* 91: 82–92.
- Fotyma E. 2000. Współczesne i przyszłościowe systemy diagnozowania potrzeb nawozowych roślin uprawnych. *Wiś Jutra* 11/28: 17–37.
- Fotyma E. 2002. Nawożenie azotem. W: „Produkcja i rynek zbóż”. *Wiś Jutra*, Warszawa: 210–222.
- Fujimura M., Kamakura T., Inoue H., Yamaguchi I. 1994. Amino acid alterations in the β -tubulin gene resistance to carbendazim and diethofencarb. *Current Genetics* 25: 418–422.
- Gacek E. 2010. Sugestie wynikające z wieloletnich badań mieszanek odmianowych jęczmienia i pszenicy. Konferencja Naukowa „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. Poznań/Zielonka, 3–5.03.2010: 1–9.
- Gacek E. 2016. Metoda hodowlana i zarządzanie odpornością roślin na choroby. W: „Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin” (S. Pruszyński, red.). Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu: 80–106.
- Gacek E., Behnke M. 2013. Sprawozdanie z realizacji porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego w roku 2012. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wieka, 79 ss.
- Gacek E., Czembor H.J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszkach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 200: 203–209.
- Gacek E., Nadziak J. 2000. Teoretyczne i praktyczne aspekty uprawy międzygatunkowych mieszanek zbóż. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 216: 357–364.
- Gąsiorowski H. 1997. Jęczmień. *Chemia i Technologia*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 282 ss.
- Główny Urząd Statystyczny 2017. 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. 2009. Nawożenie roślin uprawnych. Nawozy i system nawożenia 2. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 376 ss.
- Haneklaus S., Bloem E., Schnug E. 2002. Sulfur. W: „Encyclopedia of Soil Science” (R. Lal, red.). Marcel Dekker Inc., New York: 1282–1288.
- Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 332 ss.
- Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2012. Techniki ograniczające znoszenie dla upraw polowych i sadowniczych. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15.11.2012: 120–137.
- Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M. 2013. Atlas szkodników i owadów pożytecznych w integrowanej ochronie roślin. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 248 ss.
- Idziak R., Michalski T., Osiecka B. 2007. Zachwaszczenie i plonowanie mieszanek jęczmienia jarego z owsem w warunkach zróżnicowanej ochrony chemicznej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 616: 55–63.

- Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. *Nowoczesne Rolnictwo* 05.08: 46–47.
- Igras J., Rutkowska A. 2009. Zasady zrównoważonej gospodarki składnikami pokarmowymi na poziomie pola i gospodarstwa. *Więś Jutra* 03/128: 27–32.
- Jadczyzyn T. 2000. Podstawy naukowe doradztwa nawozowego. *Nawozy i nawożenie* 4: 185–205.
- Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2010. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 24 ss.
- Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2012. Nawożenie mineralne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych. Instrukcja upowszechnieniowa 184, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 24 ss.
- Jajor E., Korbas M., Kozłowski J., Mrówczyński M., Pruszyński G., Wachowiak H., Walczak F., Węgorzek P. 2008. Poradnik sygnalizatora ochrony rzepaku. (F. Walczak, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 153 ss. ISBN 978-83-89867-29-2.
- Jakubiak S., Gałęzowski M. 2007. Wpływ uprawy zbóż jarych w mieszankach na zachwaszczenie oraz liczebność wybranych szkodników. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 616: 65–72.
- Jedel P.E., Helm J.H. 1995. Agronomic response to seeding rate two-and six-rowed barley cultivars in Central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science* 75 (2): 315–320.
- Jęzewska M., Cajza M., Buchowska-Ruszkowska M. 2010. Monitoring i diagnostyka molekularna wirusów zbóż. s. 157–180. W: „Ograniczanie strat w plonach roślin uprawnych z zachowaniem bezpieczeństwa żywności” (D. Sosnowska, red.). Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 284 ss.
- Jęzewska M., Trzmiel K. 2009. First report of Barley yellow mosaic virus infecting barley in Poland. *Plant Pathology* 58: 784.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki aplikacji i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 12–13.10.2010: 109–116.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2012. Rola techniki i precyzji zabiegów w integrowanych systemach ochrony roślin. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15.11.2012: 152–160.
- Kochman J., Węgorzek W. (red.). 1997. Ochrona roślin. Wydanie V. Plantpress, Kraków, 701 ss.
- Kocoń A. 2013. Potrzeby nawożenia mikroelementami. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 34 (8): 133–144.
- Korbas M., Czubiński T., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Danielewicz J. 2015. Atlas chorób roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań, 368 ss. ISBN 978-83-61078-53-1.
- Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2016. Atlas chorób roślin rolniczych. Hortpress, Poznań, 212 ss. ISBN 978-83-61574-99-6.
- Korbas A., Kosiada T. 2015. Charakterystyka populacji *Pyrenophora teres* występującej na jęczmieniu jarym w Wielkopolsce. *Fragmenta Agronomica* 32 (1): 66–72.
- Korbas M., Mrówczyński M. (red.). 2010. Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 140 ss.
- Korbas M., Paradowski A., Węgorzek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Danielewicz

- J., Czyczewski M., Dworżańska D. 2017. Vademecum środków ochrony roślin. Wydawnictwo Agronom, Poznań, 676 ss. ISBN 978-83-947740-0-4.
- Kościelniak W., Dreczka M. 2009. Nowoczesna uprawa zbóż. Apra, Poznań, 238 ss.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1993. Zmiany w strukturze ładu dwurzędowych i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem gęstości siewu. Pamiętnik Puławski 102: 65–67.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pecio A. 1999. Wpływ ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na plon i architekturę ładu odmian jęczmienia browarnego. Fragmenta Agronomica 3 (63): 77–88.
- Kozłowski J., Kozłowski R.J. 2003. Zagrożenie rzepaku ozimego przez ślimaki (Gastropoda: Pulmonata) i metody ich zwalczania. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops 24 (2): 659–669.
- Krawczyk R. 2006. Aspekty stosowania obniżonych dawek herbicydów w zbożach jarych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 223–231.
- Krawczyk R., Kierzek R. 2009. Kształtowanie się zachwaszczenia jęczmienia jarego w okresie konwersji gruntów ornych na system produkcji ekologicznej. W: „Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie”. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań: 13–18.
- Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Podstawy fitopatologii. T. 1. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.
- Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2011. Choroby roślin uprawnych. T. 2. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 464 ss.
- Kuś J. 1995. Rola zmianowania roślin we współczesnym rolnictwie. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 35 ss.
- Leszczyńska D. 2008. Stan, uwarunkowania uprawy jęczmienia i dobór odmian do ekologicznego gospodarowania. W: „Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie”. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań: 64–72.
- Leszczyńska D., Noworolnik K., Brzóska F. 2008. Uprawa jęczmienia ozimego na cele pastewne. Instrukcja upowszechnieniowa. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy, 54 ss.
- Lista Opisowa Odmian Roślin Rolniczych 2017. Centralny Ośrodek Badań Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka, 84 ss.
- Majkowski K., Szempliński W., Wróbel E., Dubis B. 1993. Wpływ gęstości siewu i terminu stosowania azotu na plonowanie jęczmienia jarego. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Agricultura 56 (449): 205–216.
- Malinowski H. 1984. Rozwój odporności owadów na fotostabilne pyretroidy. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E, 14 (1–2): 19–30.
- Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, 211 ss. ISBN 83-89503-08-5.
- Małecka I. 2006. Produktywność roślin w płodozmianie w zależności od systemów uprawy roli. Fragmenta Agronomica 2 (90): 261–272.
- Matysiak K. 2006. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. Journal of Plant Protection Research 46 (2): 133–144.
- Michalski T., Kowalik I., Idziak R., Horoszkiewicz-Janka J. 2004. Mieszkanki jako ekologiczna metoda uprawy zbóż. W: „Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie”. Państwowy Instytut Mechanizacji Rolnictwa, Poznań: 28–36.
- Michener C.D. 2007. The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, 972 ss.

- Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom II. Zastosowanie integrowanej ochrony. Państwowe 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.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2010. Ochrona entomofauny pożytecznej na plantacjach jęczmienia. W: „Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego”. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań: 122–126.
- Nadziak J., Tratwal A. 2012. Określenie przydatności odmian do uprawy w zasiewach mieszanych pszenicy ozimej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 264: 49–54.
- Nawrot J. 2001. Owady – szkodniki magazynowe. Themar, Warszawa, 149 ss.
- Nawrot J., Olejarski P. 2002. Integrowane programy zwalczania szkodników magazynowych. *Ochrona Roślin* 11/12: 14–15.
- Nawrot J., Olejarski P. 2007. Alternatywne metody zwalczania owadów szkodników magazynowych. *Fragmenta Agronomica* 4: 32–40.
- Nespiak A., Opyrchalowa J. 1979. Choroby i szkodniki roślin rolniczych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 223 ss.
- Newton A.C., Gravouil C., Fountaine J.M. 2010. Managing the ecology of foliar pathogens: ecological tolerance in crops. *Annals of Applied Biology* 157: 343–359.
- Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. 55. Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy. Streszczenia: 197–198.
- Noworolnik K. 1998. Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 207: 63–68.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. Monografie i Rozprawy Naukowe 8. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 66 ss.
- Noworolnik K. 2007a. Plon ziarna i białka odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. *Acta Agrophysica* 10 (3): 617–623.
- Noworolnik K. 2007b. Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 9: 65–75.
- Noworolnik K. 2008. Wpływ odmian i dawki azotu na strukturę plonu i zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragmenta Agronomica* 1 (97): 261–269.
- Noworolnik K. 2009. Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 542: 349–356.
- Noworolnik K. 2010a. Effect of sowing rate on yielding and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish Journal of Agronomy* 3: 20–23.
- Noworolnik K. 2010b. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego. *Pamiętnik Puławski* 152: 191–198.
- Noworolnik K. 2012. Znaczenie parametrów siewu w integrowanej technologii produkcji jęczmienia jarego. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 30 (4): 23–40.
- Noworolnik K. 2013a. Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od dawki azotu. *Fragmenta Agronomica* 30 (3): 123–131.

- Noworolnik K. 2013b. Cechy morfologiczne i jakościowe oraz plonowanie jęczmienia jarego w zależności od odmian i terminu siewu. *Fragmenta Agronomica* 30 (4): 105–113.
- Noworolnik K. 2014a. Agrotechnika w kształtowaniu plonu i jakości ziarna jęczmienia jarego na cele pastewne i spożywcze. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 41 (15): 21–37.
- Noworolnik K. 2014b. Plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego browarnego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 41 (15): 129–146.
- Noworolnik K. 2015. Warunki glebowe a plonowanie zbóż i ich współdziałania z czynnikami agrotechnicznymi. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 44 (18): 119–134.
- Noworolnik K. 2016. Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od dawki azotu. *Polish Journal of Agronomy* 27: 100–105.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 1998. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na termin i gęstość siewu. *Pamiętnik Puławski* 112: 163–168.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 214: 159–162.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2004. Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 231: 357–363.
- Noworolnik K., Wirkijowska A., Mikos-Szymańska M. 2014. Effect of genotype and nitrogen fertilization on grain yield and quality of spring barley intended for health food use. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20 (3): 594–598.
- Olejarski P. 2005a. Przygotowanie ziarna zbóż do przechowywania. *Ochrona Roślin* 10: 7–10.
- Olejarski P. 2005b. Zagrożenia dla zmagazynowanych zbóż. Zboże wysokiej jakości. *Poradnik dla producentów. Dodatek do Agro Serwisu*: 87–90.
- Paradowski A. 1997. Zwalczenie chwastów w zbożach ozimych. Materiały seminarium „Integrowana ochrona zbóż przed chorobami, szkodnikami i chwastami”. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 15.09.1997: 30–46.
- Pawlonka Z. 2009. Wpływ herbicydów na skład chemiczny jęczmienia jarego i ziemniaka. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (3): 1371–1374.
- Pecio A. 1995. Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, R(325), 84 ss.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragmenta Agronomica* 4 (76): 4–112.
- Pecio A., Bichoński A., Kozłowska-Ptaszyńska Z. 2000. Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragmenta Agronomica* 3 (67): 42–52.
- Phillips S.L., Wolfe M.S. 2005. Evolutionary plant breeding for low input systems. *Journal of Agricultural Science* 143: 245–254.
- Piątkowski J. 2001. Pożyteczne owady, roztocze i nicienie pomocne w zwalczaniu szkodników. *Owoce, Warzywa, Kwiaty* 4: 11–13.
- Pidek A. 1999. Następstwa zatrucia pszczół środkami ochrony roślin. *Ochrona Roślin* 9: 7–9.
- Plaża A., Ceglarek F. 2008. Wpływ wsiewek na zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (4): 1462–1465.
- Popczyk B. 2016. Zarządzanie populacją dziką *Sus scrofa* w Polsce. W: „Zarządzanie populacjami zwierząt”. *Polski Związek Łowiecki, Łowiec Polski Sp. z o. o., Warszawa*: 29–45.

- Pruszyński G. 2007. Zapobieganie zatruciom pszczoł w zabiegach ochrony roślin. *Fragmenta Agronomica* 4 (96): 120–126.
- Pruszyński S. (red.). 2016. *Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin*. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 148 ss.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. *Integrowana ochrona roślin w zarysie*. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 56 ss. ISBN 978-83-60232-39-2.
- Pruszyński S., Lipa J.J. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin* 12 (2): 99–116.
- Pruszyński S., Pruszyński G. 2006. Ochrona entomofauny w polskim ustawodawstwie ochrony roślin. *Wiadomości Entomologiczne* 25 (2): 169–177.
- Pruszyński S., Wolny S. 2009. *Dobra Praktyka Ochrony Roślin*. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, 56 ss.
- Przybył J., Sęk T. 2010. *Zbiór zbóż i roślin podobnych technologicznie*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 251 ss. ISBN 978-83-7160-624-3.
- Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. Poznań, 2.12.1994: 7–15.
- Rudnicki F., Jędrzejczak E. 2000. Niektóre aspekty uprawy mieszanek zbożowych w warunkach produkcyjnych. *Roczniki Akademii Rolniczej, Rolnictwo* 58: 99–109.
- 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. (red.). 1999. *Dobrze przechowane zboże. Jak suszyć, chłodzić, przewietrzać, czyścić i przechowywać ziarno zbóż, nasion rzepaku i innych roślin*. Poradnik. Pytania i odpowiedzi. Wydanie II. Mr INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych, Poznań: 4, 14.
- Skubida P. 2007. Zatrucia pszczoł, jako czynnik powodujący istotne straty w pszczelarstwie. *Pszczelarz Polski* 5 (127): 10–12.
- Smagacz J. 2007. Rola zmianowania w integrowanej produkcji roślinnej. s. 147–154. W: „Integrowana produkcja roślinna. Zagadnienia wybrane” (J. Podleśny, red.). Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, 212 ss.
- Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. *Ochrona Roślin* 7: 6–7.
- Sosnowska D., Fiedler Ź. 2013. *Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych*. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych”. Tom I (M. Mrówczyński, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań: 45–59. ISBN 978-83-09-01152-1.
- Strażyński P. 2016. Występowanie i zwalczanie szkodników w trakcie wegetacji zbóż. *Wiś Jutra* 2 (187): 24–28.
- Szempliński W., Budzyński W. 2011. Cereal mixtures in polish scientific literature in the period 2003–2007. Review article. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 10 (2): 127–140.
- Szmigiel A., Oleksy A. 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pamiętnik Puławski* 112: 253–259.

- Szyszek J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 12: 45–57.
- Tkaczuk C. 2008. Występowanie i potencjał infekcyjny grzybów owadobójczych w glebach agrocenoz i środowisk seminaturalnych w krajobrazie rolniczym. Wydawnictwo Akademii Podlaskiej. Rozprawa Naukowa 94, 160 ss.
- Tratwal A., Law J., Philpott H., Horwell A., Garner J. 2007. The possibilities of reduction of winter barley chemical protection by growing variety mixtures. Part I. Effect on powdery mildew level. Journal of Plant Protection Research 47 (1): 65–77.
- Tratwal A., Walczak F. 2010. Powdery mildew (*Blumeria graminis*) and pest occurrence reduction in spring cereals mixtures. Journal of Plant Protection Research 50 (3): 372–377.
- Trojanowska K. 2002. Zagrożenia ze strony mikroflory występującej na ziarnie zbożowym i jego przetworach. Przegląd Zbożowo-Młynarski 2: 9–12.
- Tymrakiewicz W. 1962. Atlas chwastów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 368 ss.
- Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15.10.2010: 117–124.
- Walker S.R., Medd R., Robinson G.R., Cullis B.R. 2002. Improved of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide. Weed Research 42: 257–270.
- Węgorzek P. 2003. Porównanie skuteczności stosowanych w Polsce repelentów do odstraszenia zwierzyny łownej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 43 (2): 1026–1029.
- Węgorzek P. 2011. Damage caused by game animals and other mammal or bird species in agricultural crops and woodlands – ethological aspect, prevention possibilities. Institute of Plant Protection – National Research Institute, Poznań, 72 ss.
- Węgorzek 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.
- Węgorzek 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.
- Węgorzek P., Korbas M., Zamojska J., Kierzek R., Piszczek J., Pieczul K. 2013. Odporność agrofagów na środki ochrony roślin. s. 87–127. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych, Podstawy integrowanej ochrony” (M. Mrówczyński, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss. ISBN 978-83-09-01152-1.
- Węgorzek P., Zamojska J., Dworżańska 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, 10 ss.
- Wiech K. 1997. Pożyteczne owady i inne zwierzęta. Medix Plus, Poznań, 115 ss.
- Wiech K., Bednarek A., Grabowski M., Goszczyński W. 2001. Ochrona roślin bez chemii. Działkowicz, Warszawa, 120 ss.

- Wolfe M.S. 1990. Intra-crop diversification: disease, yield and quality. Monograph-British Crop Protection Council 45: 105–114.
- Woźnica Z. 2008. Herbologia – podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 430 ss.
- Wrzesińska E., Pużyński S., Nurkiewicz G. 2017. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na plonowanie jęczmienia jarego. *Fragmenta Agronomica* 34 (2): 115–123.
- Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2016/2017. cz. II. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań 2016, 400 ss.
- Zanin G., Berti A., Toniolo L. 1993. Estimation of economic thresholds for weed control in winter wheat. *Weed Research* 33: 459–466.
- Zawiślak K. 1997. Regulacyjna funkcja płodozmianu wobec chwastów w agrofitycenozach zbóż. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Agricultura* 64: 81–99.