

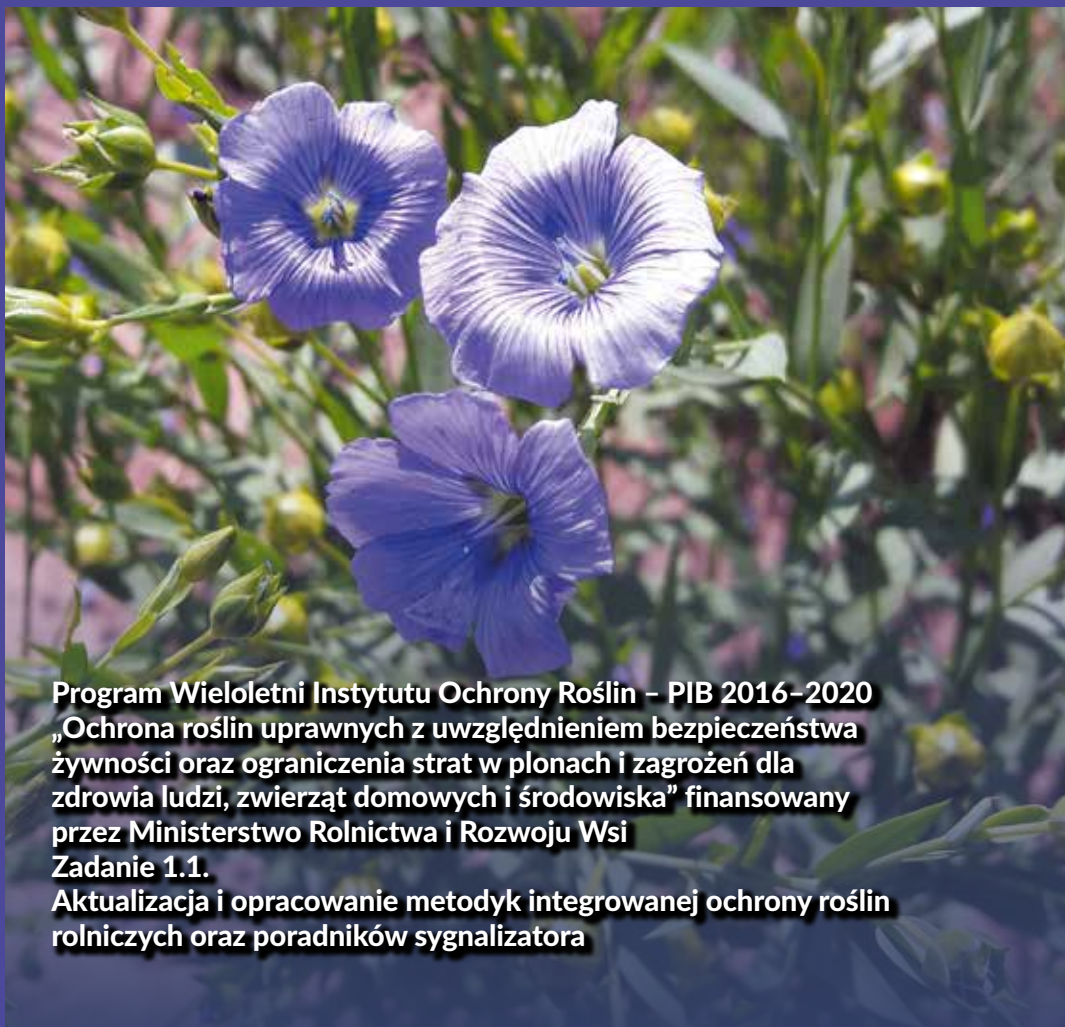


**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Metodyka integrowanej ochrony

Inu

dla doradców



**Program Wieloletni Instytutu Ochrony Roślin – PIB 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa
żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla
zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska” finansowany
przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Zadanie 1.1.**

**Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin
rolniczych oraz poradników sygnalizatora**



INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony Inu dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. inż. Przemysław Strażyńskiego
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2016–2020

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

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

POZNAŃ 2017

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

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr. inż. Przemysław Strażyńskiego i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

prof. dr hab. Cezary Tkaczuk⁷

Autorzy opracowania:

dr inż. Przemysław Strażyński¹

dr Katarzyna Wielgusz²

dr Grzegorz Pruszyński¹

prof. dr hab. Marek Mrówczyński¹

dr Grzegorz Gorzala³

dr hab. Ewa Matyjaszczyk¹

inż. Henryk Wachowiak¹

dr Małgorzata Byczyńska²

dr Marcin Praczyk²

mgr Jacek Broniarz⁴

prof. dr hab. Krzysztof Heller²

prof. dr hab. Marek Korbas¹

mgr inż. Jakub Danielewicz¹

dr inż. Wojciech Kubasik¹

dr inż. Tomasz Klejdysz¹

prof. dr hab. Paweł Węgorzek¹

dr Żaneta Fiedler¹

dr Katarzyna Nijak¹

mgr Andrzej Obst⁵

dr hab. Roman Kierzek¹

dr hab. Henryk Ratajkiewicz⁶

dr hab. Jerzy Mańkowski²

dr Joanna Zamojska¹

mgr Daria Dworżańska¹

¹Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

²Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań

³Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

⁴Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

⁵Wojewódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Poznań

⁶Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

⁷Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Autorzy zdjęć:

Przemysław Strażyński, Tomasz Klejdysz, Marek Tomalak, Katarzyna Nijak, Żaneta Fiedler, Henryk Ratajkiewicz

Korekta redakcyjna:

Hanna Kazikowska

ISBN 978-83-64655-34-0

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. 9,5

Skład i łamanie: Wojciech Szybisty

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

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	5
2.	PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN	7
3.	OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI LNU	16
3.1.	Wymagania klimatyczne	16
3.2.	Stanowisko i płodozmian	18
3.3.	Przygotowanie gleby	20
3.4.	Zintegrowany system nawożenia	23
3.4.1.	Wymagania pokarmowe	23
3.4.2.	Potrzeby nawozowe	24
3.5.	Rola hodowli w integrowanej ochronie i produkcji lnu	25
3.5.1.	Kierunki hodowli lnu	26
3.5.2.	Hodowla odpornościowa	27
3.6.	Dobór odmian	29
3.7.	Siew	36
4.	REGULACJA ZACHWASZCZENIA	38
4.1.	Najważniejsze gatunki chwastów	38
4.2.	Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia	41
4.3.	Metody określania liczebności chwastów i progi szkodliwości	41
4.4.	Systemy wspomagania decyzji	42
4.5.	Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia	43
5.	OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB	45
5.1.	Najważniejsze choroby	45
5.2.	Niechemiczne metody ochrony	52
5.3.	Metody określania liczebności i progi szkodliwości	53
5.4.	Systemy wspomagania decyzji	54
5.5.	Chemiczne metody ochrony	55
6.	OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI ..	56
6.1.	Najważniejsze gatunki szkodników	56
6.2.	Niechemiczne metody ochrony	60
6.3.	Metody określania liczebności i progi szkodliwości	60
6.4.	Systemy wspomagania decyzji	61
6.5.	Chemiczne metody ochrony	61

7.	INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW	62
8.	ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN	76
9.	METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH.....	87
10.	OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY	99
11.	WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN	101
	11.1. Przechowywanie środków ochrony roślin.....	101
	11.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin	102
	11.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania	110
12.	PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU	116
13.	ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ PRODUKCJI I OCHRONY ROŚLIN	122
14.	ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN	129
15.	FAZY ROZWOJOWE LNU	131
16.	LITERATURA.....	135

1. WSTĘP

Integrowana ochrona lnu przed agrofagami polega na wykorzystaniu wszelkich dostępnych metod ujętych w taki system, aby do minimum ograniczyć stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Jest także określana jako program kierowania populacją agrofagów w taki sposób, aby utrzymać liczebność populacji gatunków niepożądanych poniżej progu szkodliwości. Uzyskuje się to dzięki stworzeniu warunków zwiększonego oporu środowiska. Jeżeli to konieczne, opór środowiska należy uzupełnić, a nieraz zastąpić przez zastosowanie selektywnych środków ochrony roślin. Metoda integrowana polega na hamowaniu rozwoju populacji agrofagów. Uwzględnia ona aspekty ekonomiczne oraz racjonalne stosowanie środków ochrony roślin, czyli takie, które nie działają na szkodę agrocenozy.

Opracowanie proekologicznych zasad ochrony lnu przed agrofagami jest szczególnie ważne, ponieważ wszelkie próby rozwiązywania problemów fitosanitarnych w oparciu tylko o metodę chemiczną są nieracjonalne i mało efektywne. Proekologiczne zasady i metody ochrony przed agrofagami dotyczą: agrotechniki, hodowli nowych odmian, wykorzystania naturalnych elementów ekosystemu i racjonalnego stosowania środków ochrony roślin oraz innych agrochemikaliów.

Zadaniem integrowanej ochrony roślin jest także uzyskanie wysokiego i jakościowo dobrego plonu. Wprowadzanie jej zasad nie może kolidować z podstawowymi założeniami uprawy lnu.

Realizacja integrowanej ochrony wymaga między innymi:

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

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

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

PRZYDATNE ADRESY STRON INTERNETOWYCH:

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

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

Od 1 stycznia 2014 r. 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 o naturalnym występowaniu organizmów pożytecznych, w tym drapieżców i pasożytów organizmów szkodliwych dla roślin. Pozwala także ograniczyć stosowanie chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum i w ten sposób ograniczyć presję na środowisko naturalne oraz chronić bioróżnorodność środowiska rolniczego.

Zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizowanie ich negatywnego wpływu na rośliny uprawne można osiągnąć lub je wspierać między innymi przez:

- prawidłowy płodozmian,
- właściwe techniki uprawy (np. zwalczanie chwastów przed siewem lub sadzeniem roślin, przestrzeganie terminu i normy wysiewu, stosowanie wsiewek, uprawę bezorkową, cięcie i siew bezpośredni),
- stosowanie odmian odpornych/tolerancyjnych oraz materiału siewnego i nasadzeniowego kategorii standard/kwalifikowany,
- zrównoważone nawożenie, wapnowanie i nawadnianie/odwadnianie,
- stosowanie środków higieny (np. regularne czyszczenie maszyn i sprzętu), aby zapobiec rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych,
- ochronę i stwarzanie warunków do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. przez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

Organizmy szkodliwe muszą być monitorowane za pomocą odpowiednich metod i narzędzi, jeżeli są one dostępne. Wśród takich narzędzi powinny znaleźć się: (1) monitoring pól oraz (2) systemy ostrzegania, prognozowania i wczesnego

diagnozowania, oparte na solidnych podstawach naukowych, tam gdzie możliwe jest ich zastosowanie, a także (3) doradztwo osób o odpowiednich kwalifikacjach zawodowych.

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

Nad metody chemiczne należy przedkładać 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. przez zredukowanie dawek, ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów lub stosowanie dawek dzielonych, biorąc pod uwagę to, czy można zaakceptować dany poziom zagrożenia roślin i czy planowane interwencje nie zwiększają ryzyka rozwoju odporności organizmów szkodliwych. Jeśli wiadomo, że istnieje ryzyko powstania odporności na określoną substancję czynną, a nasilenie występowania organizmów szkodliwych wymaga wielokrotnego stosowania pestycydów w danych uprawach, należy zastosować dostępne strategie przeciwdziałające rozwojowi odporności, by zachować skuteczność tych produktów. Może to obejmować stosowanie wielu pestycydów o różnych mechanizmach działania.

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

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

Do rozwoju integrowanej ochrony roślin konieczne są także działania wspierające i upowszechniające ten system, szczególnie udostępnianie rolnikom programów wspomagania decyzji, odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progów ich ekonomicznej szkodliwości, a także 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 metoda 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 integrowanej ochrony roślin wskazują także najefektywniejsze i bezpieczne techniki aplikacji środków ochrony roślin. Można w nich znaleźć również wskazówki dotyczące doboru i stosowania środków ochrony roślin, które powinny uwzględniać zminimalizowanie ryzyka 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 narzędzi do monitorowania organizmów szkodliwych oraz podejmowania odpowiednich decyzji.

Istotnym wsparciem dla wdrażania zasad integrowanej ochrony roślin jest, 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.

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 znośzeniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu,
- planowania stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie mogą przebywać na obszarze objętym zabiegiem.

Użytkownicy profesjonalni, którzy stosują środki ochrony roślin są zobligowani również do uwzględniania wymogów integrowanej ochrony roślin określonych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz.U. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, uprawianie odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, nawożenie oraz zapobieganie rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, 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,
- uzupełniającymi dla osób, które ukończyły szkolenia podstawowe.

Szkolenia uprawniające do stosowania środków ochrony roślin zachowują ważność przez 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 5 lat od dnia zakończenia nauki lub zaprzestania wykonywania ww. działalności.

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

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

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

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

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

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

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

- należy również w przypadku sporządzania cieczy użytkowej z zastosowaniem środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych zachować odległość co najmniej 20 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych,
- środki ochrony roślin po ich zakupieniu, jak również pozostałe nie zużyte podczas aplikacji, należy przechowywać zgodnie z przepisami prawa.

Przechowywanie środków ochrony roślin uregulowane jest w Polsce przez Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

- a) 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.),
- b) 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, czy nie zatrudniają pracowników w swoim gospodarstwie.

W myśl tego rozporządzenia producent rolny musi przechowywać środki ochrony roślin w oryginalnych opakowaniach i w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą oraz musi zabezpieczyć przed przypadkowym spożyciem przez człowieka lub przeznaczeniem do żywienia zwierząt. Pestycydy mają być również obligatoryjnie zabezpieczone przed dostępem dzieci.

Przechowujący środki ochrony roślin powinien zapewnić takie warunki, 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. Pestycydy powinny być przechowywane pod zamknięciem, które uniemożliwia dostęp osób trzecich.

Wymogi dotyczące przechowywania zawarte w etykietach środków ochrony roślin odnoszą się najczęściej do kwestii technicznych przechowywania poszczególnych środków, których zachowanie zapewnia utrzymanie w trakcie przechowywania odpowiednich parametrów chemicznych pestycydów. Na etykietach mogą znaleźć się 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 przechowywującego 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 środków ochrony roślin 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 gazoszczelną i pyłoszczelną,
- oddzielną bezodpływową kanalizację, wyposażoną w urządzenia służące do neutralizacji powstałych ścieków,
- środki ochrony indywidualnej w zależności od występujących zagrożeń,
- apteczki zawierające środki do udzielania pierwszej pomocy w przypadku zatrucia środkami ochrony roślin.

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

- wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin,
- instrukcję bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniającą zasady składowania środków ochrony roślin,
- numery telefonów do 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 dawkę, obszar, powierzchnię lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin przez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin.

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

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

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

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI LNU

3.1. Wymagania klimatyczne

Len włóknisty jako roślina klimatu umiarkowanego najlepiej plonuje w regionach, gdzie dominuje wilgotna i chłodna pogoda. Już w XIX wieku Oczapowski (1837), w 12 tomowym dziele „Gospodarstwo Wiejskie” w tomie VI Uprawa Roślin Fabrycznych, opisując wymagania klimatyczne lnu włóknistego pisał: „Klimat nieco chłodny i wilgotny, wyraźnie zdaje się wpływać na pomyślność uprawy tej rośliny...”. W tym samym opracowaniu w innym miejscu czytamy: „kraje i okolice płaskie, napełnione jeziorami, stawami, lub poprzerynane rzekami, gdzie klimat, dla miejscowego położenia, mniej więcej jest wilgotny; gdzie nadto, mocne działanie ciepła słonecznego, miarkują mgły i chmury; wszystkie takie miejsca, szczególnie tej roślinie sprzyjają, nie tylko pod względem pomyślnego jej wzrostu, ale zbiory wód i powietrznie wilgotne, ułatwiają roszczenie lnu” (zachowano oryginalną pisownię).

W badaniach Białołosowej i wsp. (1954) udowodniono duże wymagania wilgotnościowe lnu włóknistego, a także istnienie silnego wpływu warunków wodnych siedliska na plon słomy, nasion i włókna lnu, a także na jakość uzyskanego surowca (Ns włókna) (Staniszki 1937; Durrant 1958; Wojciechowski i wsp. 1960; Heller 2007).

Len włóknisty należy uprawiać w rejonach, gdzie roczna ilość opadów wynosi, co najmniej 600–650 mm, a w okresie wegetacji 110–150 mm. Rośliny lnu włóknistego w okresie normalnego wzrostu pobierają i wyparowują bardzo duże ilości wody. Współczynnik transpiracji, który określa ilość pobranej i wyparowanej wody (w litrach) na wyprodukowanie 1 kg suchej masy jest dla lnu włóknistego bardzo wysoki i wynosi 400–600 l.

Warunki wilgotnościowe gleby po siewie lnu, przy korzystnym układzie temperatury, decydują o równych wschodach roślin – a tym samym o jednolitej długości słomy lnianej w momencie zbioru. Wystarczająca zaś ilość wody w okresie intensywnego wzrostu lnu (BBCH 32–35, wysokość roślin 20–50 cm) decyduje o plonie słomy oraz o zawartości i jakości włókna w plonie słomy. Charakterystyczną cechą lnu włóknistego jest jego silna reakcja na wilgotność powietrza. Roślina ta najlepiej plonuje w rejonach nadmorskich (np. północna Normandia we Francji) czy podgórskich (w Polsce np. rejon Dolnego Śląska).

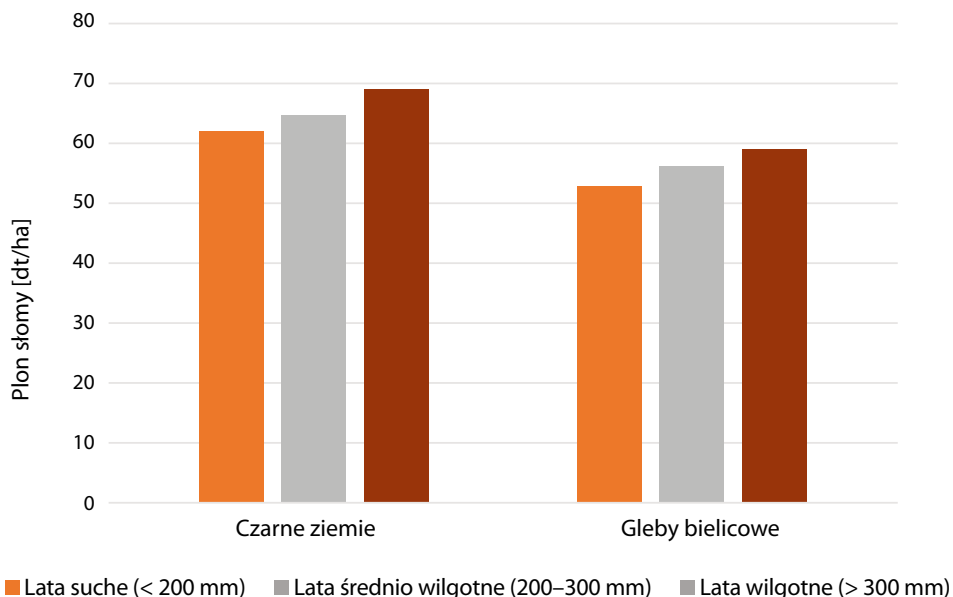
Len oleisty jako roślina klimatu kontynentalnego jest bardziej niż len włóknisty odporny na wysokie temperatury i okresy suszy. Len oleisty ze względu na dobrze rozwinięty i głęboko wnikający w glebę system korzeniowy dobrze znosi okresowe niedobry wody. Również rzadszy od lnu włókniściego siew lnu oleistego powoduje mniejsze zużycie wody z jednostki powierzchni. Można go więc uprawiać również w rejonach o niższych opadach rocznych (440–490 mm).

W tabeli 1. i na rysunku 1. przedstawiono wpływ wielkości opadów w okresie wegetacji na plon ogólny, plon nasion i wysokość roślin.

Tabela 1. Wpływ opadów w okresie wegetacji na budowę morfologiczną i plony lnu

Opady w okresie wegetacji [mm]	Plon lnu [t/ha]		Długość techniczna słomy* [cm]
	ogólny	nasion	
217	6,82	0,62	53,2
127	6,14	0,60	53,2
84	4,53	0,47	45,4

*długość techniczna słomy jest to nierozgałęziona część łodygi, mierzona od nasady liścieni do pierwszego górnego rozgałęzienia łodygi. Istnieje dodatnia korelacja między długością techniczną łodyg a wydajnością i jakością włókna



Rys. 1. Wpływ opadów i typu gleby na plony słomy odziarnionej lnu włókniściego (według danych IWNiRZ)

3.2. Stanowisko i płodozmian

Właściwe zmianowanie, w tym dobór przedplonu, stanowią podstawę zastosowania integrowanych metod ochrony roślin. Jest ono warunkiem ograniczenia kosztów produkcji roślinnej – zarówno ekologicznych (nawozy mineralne, środki ochrony roślin), jak i ekonomicznych (nakłady finansowe) oraz energetycznych (np. liczba zabiegów agrotechnicznych). Dobry przedplon umożliwia zmniejszenie dawek stosowanych nawozów mineralnych i środków ochrony roślin, ponadto pozwala ograniczyć liczbę przeprowadzonych uprawek (Sultana 1983).

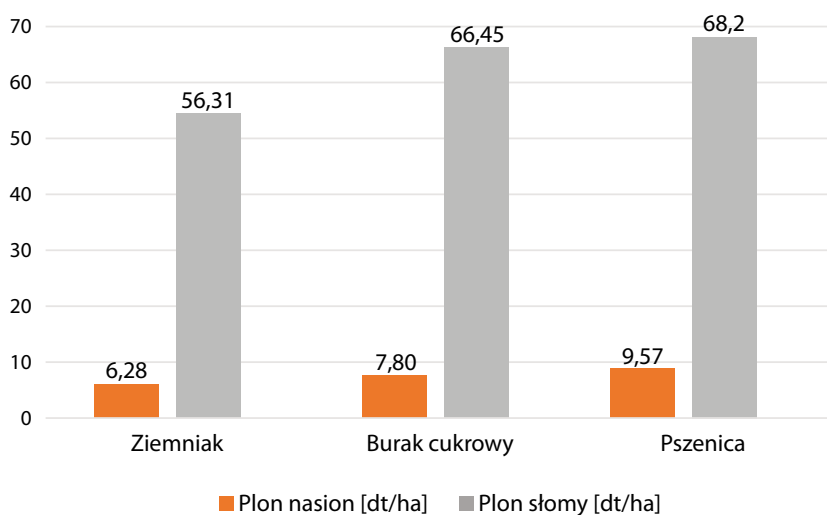
Wymagania lnu włóknistego w odniesieniu do przedplonu są niewielkie i w zasadzie len dobrze udaje się po każdej roślinie, która dała dobry plon i pozostawiła glebę w kulturze. Przydatność poszczególnych przedplonów pod len zależna jest od kultury agrotechnicznej. Gdy gleba jest w kulturze, rodzaj przedplonu nie ma takiego wpływu, jak wówczas gdy gleba jest w niskiej kulturze, zwłaszcza gdy gleba jest mniej żyzna i charakteryzuje się zbyt małą lub zbyt dużą wilgotnością. Dobrym przedplonem pod len włóknisty w warunkach intensywnej gospodarki są zboża, z tym jednak, że pozostawiają one po sobie mniej korzystną strukturę gleby i często zachwaszczoną. Z okopowych, dobrym przedplonem są buraki, które ze względu na długi korzeń, spulchniają głębsze warstwy gleby, przez co len wytwarza silniejszy system korzeniowy (rys. 2). Przy typowaniu pól z góry należy wykluczyć te gleby, na których len uprawiany był stosunkowo niedawno. Obowiązuje bowiem podstawowa zasada, że na tym samym polu len może być uprawiany nie wcześniej niż po 7 latach. Taki bowiem okres jest potrzebny na samooczyszczenie gleby z patogenów *Fusarium*.

Podsumowanie – wybór przedplonu:

- przedplon** – najlepsze dla lnu są zboża (pszenica), okopowe (buraki),
- fuzarioza** – ze względu na zagrożenie fuzariozą len może być uprawiany na tym samym polu nie wcześniej niż po 7 latach,
- wyleganie** – ze względu na ryzyko wylegania należy unikać stanowisk bogatych w azot.

Należy podkreślić, że wprowadzenie lnu do zmianowania wpływa korzystnie na plenność innych roślin uprawianych w tym samym płodozmianie. W badaniach wykonanych we Francji wprowadzenie lnu jako przedplonu dla pszenicy ozimej, spowodowało wzrost plonów ziarna pszenicy odpowiednio o 3,0 i 0,5 dt/ha w porównaniu do upraw, gdy przedplonami były pszenica ozima lub rzepak ozimy (La-balette 2011).

Len oleisty jest rośliną o wysokich wymaganiach glebowych. Aktualnie uprawiane odmiany lnu oleistego wymagają dobrych, żyznych gleb, będących w wysokiej



Rys. 2. Wpływ przedplonu na plony nasion i słomy odziarnionej lnu włóknistego (1967–2007)
– średnio z 315 doświadczeń (według IWNiRZ Poznań)

kulturze. Pod uprawę lnu oleistego w gospodarstwach ekologicznych nadają się gleby średnio zwięzłe, o uregulowanych stosunkach wodnych, w klasie bonitacyjnej co najmniej IVa. Oprócz gleb żyznych, w wysokiej kulturze, len oleisty uprawiać można na zaoranych ugorach, pastwiskach i wieloletnich łąkach. Wymagania glebowe lnu oleistego są następujące:

- gleba powinna mieć gruzelkową, luźną strukturę, umożliwiającą łatwy dostęp powietrza do korzeni i mikroflory glebowej, jak również odpływ nadmiaru wody,
- gleba powinna mieć bogaty kompleks sorpcyjny, umożliwiający pochłanianie i zatrzymywanie wody wraz z zawartymi w niej składnikami pokarmowymi, co zapewnia oszczędne gospodarowanie wodą w całym okresie wegetacji,
- gleba powinna mieć odpowiednią kwasowość (odczyn gleby zbliżony do obojętnego pH 6,5–6,9).

Spełnienie powyższych warunków przy wyborze stanowiska, umożliwi prawidłowe wykorzystanie składników pokarmowych, które znajdują się w glebie, jak również tych, które wprowadzamy do gleby w formie nawozów organicznych (nawóz, kompost, zielony nawóz). Wśród gleb, na których lnu oleistego nie powinno się uprawiać, wymienić należy:

- gleby zwięzłe, gliny, iły, jako że są to gleby zimne, łatwo zlewające się i zaskorupiające,

- gleby kwaśne, gdyż nie posiadają one struktury gruzełkowatej, są zlewne, sprzyjają występowaniu chorób, szczególnie fuzariozy i zgorzeli naczyniowej,
- suche, niestrukturalne piaski, ubogie w próchnicę.

3.3. Przygotowanie gleby

Głównym celem uprawy gleby jest zapewnienie roślinom lnu optymalnych warunków wzrostu i rozwoju (Turner 1987; Heller i wsp. 2008). Dobrze przygotowana gleba ma budowę gruzełkową, co zapewnia właściwy stosunek wody do powietrza, charakteryzuje się wysoką pojemnością wodną i nawet w czasie suszy zachowuje umiarkowaną wilgotność oraz dobrą przewodność. Rozwój drobno-ustrojów w takiej glebie przebiega intensywnie, co korzystnie wpływa na uruchomienie składników pokarmowych oraz powstawanie nowych strukturotwórczych związków próchnicznych. Stosując odpowiednie zabiegi mechanicznej uprawy uzyskujemy poprawę właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, co jest warunkiem uzyskania „struktury gruzełkowej gleby” wpływającej na „porowatość gleby”. Len jest rośliną silnie reagującą na stan gruzełkowatości gleby. Badania Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich wykazały, że w warunkach optymalnej wilgotności, plony lnu na glebach o dobrej, gruzełkowej strukturze, były o ponad 25% wyższe niż na glebie zbitej. Wysoki plon lnu uzyskano dlatego, że gleba była dostatecznie wilgotna, napowietrzona i utrzymywała optymalną temperaturę. W integrowanych systemach uprawy lnu włóknistego istotną rolę odgrywają biologiczne właściwości gleby, jej biotyczność i naturalna żyźność.

Naczelnym celem uprawy gleby jest podtrzymanie, a nawet zwiększanie żyźności gleby dzięki poprawie jej fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości.

Uprawa jesienna

Celem zabiegów wykonanych jesienią po zbiorze przedplonów jest:

- przykrycie resztek poźniwnych,
- przerwanie parowania wody z gleby,
- mechaniczne niszczenie chwastów,
- zastosowanie nawozów.

Len włóknisty wymaga stanowisk czystych, niezachwaszczonych i roli starannie uprawionej.

Przygotowanie pola pod zasiew lnu włóknistego uzależnione jest od rodzaju przedplonu. Po zbożach i motylkowych wykonujemy podorywkę na głębokość 6–8 cm. Podorywka ma na celu przerwanie parowania wody, to jest zatrzymanie

jak największej ilości wilgoci w glebie. Zabieg ten stanowi również element walki z chwastami. Gdy warunki wilgotnościowe są dość dobre stosujemy płytszą podorywkę w celu przyspieszenia kiełkowania nasion chwastów. Na glebach przesuszonych należy przeprowadzić głębszą podorywkę. Każda podorywka wykonana po zbiorze przedplonu powinna być bronowana, co również wpływa na przyspieszenie kiełkowania nasion chwastów. Po zazielenieniu się pola przez wschodzące chwasty stosujemy bronę w celu ich zniszczenia. W miarę potrzeby zabieg bronowania powtarzamy. Gdy pole jest zaperzone stosujemy podorywkę głębszą na 10–12 cm, której celem jest podcięcie, wysuszenie, a następnie wydobycie rozłogów perzu przy użyciu sprzęzynowych łap kultywatora zabiegiem wykonywanym w poprzek.

W uprawie późniejszej zamiast pojedynczych narzędzi powinno stosować się agregaty, w których za zespołem spulchniającym pracuje wał wtórnie zagęszczający glebę i wyrównujący powierzchnię pola. W celu równomiernego rozmieszczenia resztek późniejszych w glebie oraz prawidłowego wyrównania roli, agregaty na dużych polach powinny pracować prostopadle do orki. Uprawa późniejsza powinna być przeprowadzona w 2–3 etapach. Pierwszy przejazd agregatu, z zastosowaniem niewielkiej głębokości roboczej (3–4 cm) powoduje wschody chwastów. Drugi zabieg należy wykonać, w zależności od pogody, po 10–20 dniach, na głębokość 6–8 cm, w celu wprowadzenia do gleby resztek późniejszych. W przypadku mieszania z glebą dużego plonu słomy, niezbędna jest głębsza podorywka zgodnie z zasadą: 1 tona słomy + 1,5 cm głębokości roboczej. W warunkach braku czasu na wykonanie wymienionych zabiegów, należy wykonać jeden zabieg roboczy na głębokość 6–8 cm (Przybył 2008). Po roślinach okopowych przed orką zimową stosuje się jedynie zabiegi wyrównania i oczyszczenia pola z resztek późniejszych. Po roślinach późno schodzących np. ziemniakach, rola jest zazwyczaj czysta i spulchniona, toteż dla wyrównania redlin stosuje się bronę i wykonuje orkę zimową, w tym przypadku bez podorywki.

Po roślinach okopowych można wykonać tylko orkę przedzimową. Pole zaorne przed zimą, należy pozostawić w „ostrej skibie” po to, aby nagromadzić wodę z opadów zimowych, napowietrzyć glebę i dzięki działaniom mrozu poprawić jej strukturę.

Uprawa wiosenna

Na wiosnę prace należy rozpocząć od włókowania lub bronowania pola w celu przerwania parowania wody z gleby i szybszego nagrzania się roli, co przyspiesza wschody chwastów, które są niszczone uprawkami przedsiwnymi.

Nasiona lnu wysiewane są płytko (na głębokość 2 cm), dlatego powierzchnia pola powinna być dobrze wyrównana i doprowadzona na głębokość siewu. Na zbitej glebie włókno może nie spełnić swego zadania i wówczas należy zastosować bronę

ciężką, aby zapobiec zbrylaniu się gleby. Bezpośrednio przed siewem pole najlepiej przygotować stosując agregat uprawowy składający się z włóki, wału strunowego (lub np. zębowego) tak, aby drobne nasiona lnu mogły zostać umieszczone na jednakowej głębokości (2 cm) w dostatecznie wilgotnej roli. Wyklucza się głęboką orkę na wiosnę.

Wymagania lnu oleistego w odniesieniu do przedplonu są niewielkie i w zasadzie len oleisty dobrze udaje się po każdej roślinie, która dała dobry plon i pozostawiła glebę w kulturze. Przydatność poszczególnych przedplonów pod len oleisty zależna jest od poziomu agrotechniki w gospodarstwie. Gdy gleba jest w kulturze, rodzaj przedplonu nie ma takiego znaczenia, jak wówczas gdy gleba jest w niskiej kulturze, zwłaszcza gdy gleba jest mniej żyzna i charakteryzuje się zbyt małą lub zbyt dużą wilgotnością. Dobrym przedplonem pod len oleisty są zboża, szczególnie owies, który przyspiesza oczyszczanie gleby z fuzariozy, która zaliczana jest do najgroźniejszych chorób lnu. Innym dobrym przedplonem dla lnu oleistego są uprawy korzeniowe (uprawiane po oborniku), które pozostawiają glebę zasobną w składniki pokarmowe, mniej zachwaszczoną i w dobrej strukturze. Szczególnie dobrym przedplonem dla lnu są ziemniaki, gdyż nie zużywają zbyt wielu składników pokarmowych i wilgoci, a także ograniczają prawdopodobieństwo porażenia lnu przez fuzariozę. Zbiór ziemniaków wczesną jesienią, umożliwia rolnikowi właściwe przygotowanie pola pod len oleisty. Buraki, dzięki długiemu systemowi korzeniowemu pobierają wilgoć z głębszych warstw gleby, pozostawiając dostateczną ilość wody dla lnu oleistego. Dobrymi przedplonami są również koniczyzny i ich mieszanki z trawami oraz mieszanki roślin strączkowych. Przy wyborze stanowiska pod len z góry należy wykluczyć te pola, na których roślina ta była uprawiana stosunkowo niedawno.

Obowiązuje zasada, że na tym samym polu len może być uprawiany nie wcześniej niż po 6–7 latach. Taki bowiem okres jest potrzebny na samooczyszczenie gleby z patogenów *Fusarium*.

Należy podkreślić, że wprowadzenie lnu oleistego do zmianowania wpływa korzystnie na plenność innych roślin uprawianych w tym samym płodozmianie. Len oleisty stanowiący przedplon dla pszenicy ozimej spowodował wzrost plonów ziarna pszenicy o 15% w porównaniu do upraw, gdy przedplonem była pszenica ozima (Labalette 2011). Podobne wyniki zanotowano w Kanadzie, gdzie na podstawie wieloletnich obserwacji (lata 1982–1993) zanotowano wzrost plonu pszenicy ozimej (o 16%), gdy przedplonem był len oleisty.

Podsumowanie:

- w integrowanej uprawie lnu włóknistego zamiast pojedynczych narzędzi powinno się stosować agregaty,
- uprawa późniwna powinna być przeprowadzona w 2–3 etapach:
 - 1) pierwszy przejazd agregatu, z zastosowaniem niewielkiej głębokości roboczej (3–4 cm) powoduje wchody chwastów,

- 2) drugi zabieg na głębokość 6–8 cm ma na celu wprowadzenie do gleby resztek poźniwnych,
 - 3) trzeci zabieg jest niezbędny w przypadku mieszania z glebą dużego plonu słomy,
- po sprzęcie przedplonu w warunkach braku czasu na wykonanie 3 wymienionych zabiegów, należy wykonać jeden zabieg roboczy na głębokość 6–8 cm,
 - uprawki wiosenne powinny ograniczać się do najbardziej niezbędnych zabiegów mających na celu:
 - 1) przerwanie parowania wody z gleby i pobudzenie nasion chwastów do kiełkowania,
 - 2) spulchnianie gleby przed siewem, a tym samym niszczenie kiełkujących chwastów narzędziami (brony, kultywator o zębach sztywnych lub półsztywnych) w zależności od rodzaju i stanu gleby,
 - 3) wtórne zagęszczenie gleby (gdy jest zbyt luźna lub rozpylona i zachodzi obawa umieszczenia nasion lnu zbyt głęboko).

Wymienione cele można osiągnąć stosując jeden zabieg agregatem uprawowym.

3.4. Zintegrowany system nawożenia

Niezbędność nawożenia wynika z konieczności:

- uzupełnienia naturalnych, często niedostatecznych zapasów składników pokarmowych w glebie,
- uzupełnienia składników pokarmowych pobranych przez rośliny przedplonowe oraz straconych z gleby (wymywanie, uwstecznianie, ulatnianie się itp.),
- poprawy właściwości gleby, jako podłoża dla uprawy lnu włóknistego.

Korzenie lnu włóknistego są słabo wykształcone i zdecydowanie pod tym względem ustępują korzeniom lnu oleistego, co powoduje że odmiany lnu włóknistego są mniej odporne na suszę niż odmiany oleiste.

3.4.1. Wymagania pokarmowe

Pobieranie składników pokarmowych przez len włóknisty, w pierwszym okresie wegetacji – od początku wschodów (BBCH 10) do końca fazy jodełki (12 cm wysokości roślin) (BBCH 14–16) jest niewielkie. Wynika to ze słabo rozwiniętego systemu korzeniowego i powolnego wzrostu roślin. Po tym okresie następuje faza szybkiego wzrostu (BBCH 32 do 36–37), gdy dobowe przyrosty roślin wynoszą średnio 2–4 cm, a w optymalnych warunkach nawet 5–8 cm. Od początku fazy szybkiego wzrostu (BBCH 32, wysokość roślin 20 cm) obserwowane jest intensywne pobieranie składników pokarmowych,

które jest największe w okresie tworzenia pąków kwiatowych (BBCH 51–59) i fazy kwitnienia lnu (BBCH 61–69).

Plon 7 ton słomy nieodziarnionej lnu włóknistego zawiera średnio 66 kg azotu (N), 32 kg fosforu (P_2O_5), 120 kg potasu (K_2O), 30 kg wapnia (CaO) oraz 43 kg magnezu (MgO) (Endres i wsp. 2002). Len włóknisty pobiera relatywnie dużo potasu (K_2O), ponadto roślina ta stanowi rzadki przypadek, że absorbuje więcej magnezu (MgO) niż wapnia (CaO). Len włóknisty wymaga bardzo precyzyjnego nawożenia, ponieważ poszczególne składniki pokarmowe wywierają wpływ na cechy jakościowe włókna.

3.4.2. Potrzeby nawozowe

W celu uzyskania dobrych plonów włókna wysokiej jakości, zaleca się nawożenie lnu włóknistego w proporcji ilościowej N : P_2O_5 : K_2O w przybliżeniu jak 1 : 2 : 3, jednak w obrębie dawek 30–40 kg N, 60–80 kg P_2O_5 , 90–120 kg K_2O na ha.

Doprecyzowanie wielkości dawek nawożenia mineralnego przeprowadza się na podstawie wyników oceny zasobności gleby w przyswajalne składniki pokarmowe. Analizy te wykonywane są w Polsce przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze oraz laboratoria komercyjne.

Przedsięwzięcie stosuje się jedynie 60% zalecanej dawki azotu. W zależności od przedplonu i przebiegu pogody, uzupełniającą dawkę azotu można zastosować pogłównie w wysokości dobranej do warunków klimatycznych i glebowych. Azot należy jednak zastosować w początkowym okresie wzrostu lnu, ponieważ stosowany późno może pogorszyć jakość włókna.

Jednym z warunków efektywnego działania nawozów mineralnych w uprawie lnu jest odczyn gleby zbliżony do obojętnego (pH 6,5–6,9). Jest to szczególnie ważne w warunkach naszego kraju, gdzie większość gleb ma odczyn kwaśny. W związku z tym, że **nie można stosować nawozów wapniowych bezpośrednio pod len**, najlepsze efekty wapnowania uzyskuje się stosując nawozy wapniowe pod przedplon. Zastosowanie nawozów wapniowych powoduje:

- zobojętnienie kwaśnego odczynu gleby,
- polepszenie struktury gleby,
- uruchomienie składników pokarmowych,
- zwiększenie aktywności życiowej mikroorganizmów glebowych,
- przyspieszenie rozkładu resztek poźniwnych (Korbas i Mrówczyński 2011).

Fosfor niezbędny jest do uzyskania odpowiedniej długości słomy i liczby pęczków włókien w roślinie. Nadmiar fosforu powoduje jednak skracanie i rozgałęzianie się łodyg.

Nadmiar wapnia prowadzi do łamliwości włókna i jego drewnienia. Bezpośrednio pod len nie należy stosować wapnia nawozowego.

Ważnym pierwiastkiem jest też magnez, którego niedobór powoduje chlorozę liści i skrócenie łodygi, natomiast prawidłowe zaopatrzenie lnu w magnez kształtuje korzystną długość techniczną słomy.

Na glebach niewymagających wapnowania, ale wykazujących niską zawartość przyswajalnego magnezu należy stosować nawozy magnezowe: rolmag, kizeryt lub potasowo-magnezowe: kamex, kainit w dawkach 40–80 kg MgO na ha.

Len jest wrażliwy na niedobór w glebie miedzi, boru i cynku. Na glebach o niskiej zawartości boru zaleca się zastosowanie boru w dawce 1,4–3,0 kg/ha – jesienią tylko na glebach mocnych, a na glebach lekkich – wiosną. Na glebach organiczno-mineralnych lub murszowych po zagospodarowanych nowinach należy stosować miedź w formie siarczanu miedzi w ilości 25 kg/ha.

Istotny wpływ, przede wszystkim na zdrowotność roślin, pełni cynk. Polskie gleby wykazują wysoką lub średnią zawartość cynku, która wynosi od około 10 do 200 mg Zn w 1 kg gleby. Na przyswajalność cynku wpływa odczyn gleby oraz temperatura powietrza. Im gleba bardziej kwaśna tym przyswajalność cynku lepsza, podobnie jak ciepła pogoda (szczególnie na wiosnę) stymuluje proces przyswajania cynku, bo właśnie w tym okresie brak dostępnego dla lnu cynku powodować może straty w plonach włókna lnu – len rozgałęzia się od nasady dając plony włókna złej jakości.

Len należy uprawiać na glebach o odczynie lekko kwaśnym – zbliżonym do obojętnego, dlatego wskazane jest nawożenie siarczanem cynku (ZnSO_4) w ilości około 15 kg/ha.

Ważną rolę w żywieniu roślin lnu spełnia obornik, który zawiera wszystkie składniki niezbędne do wzrostu i rozwoju, w tym mikroelementy. Rola obornika w nawożeniu lnu jest szczególnie ważna na glebach ubogich w mikroelementy. Obornik i inne nawozy organiczne stanowią cenne uzupełnienie nawożenia mineralnego. Należy pamiętać, że **obornik nie może być stosowany bezpośrednio pod len**, gdyż nadmiar azotu powoduje wyleganie i może sprzyjać pojawianiu się chorób.

Bezpośrednio pod len nie należy stosować wapnowania, ponieważ zabieg ten może obniżyć jakość włókna. Dobrą jakość włókna można uzyskać w warunkach prawidłowego nawożenia, co najmniej pięcioma składnikami. Azot jest niezbędny, jednak przekroczenie prawidłowej dawki (30–40 kg/ha) powoduje zgrubienie łodyg i zmniejsza się moc (wytrzymałość na zrywanie) włókna. Najkorzystniejszy wpływ potasu występuje przy równoległym prawidłowym nawożeniu azotem, natomiast przy nadmiarze azotu potas może zmniejszyć długość łodyg i zawartość włókna.

3.5. Rola hodowli w integrowanej ochronie i produkcji lnu

Historia prac hodowlanych, prowadzonych z lnem włóknistym w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich (IWNiRZ), sięga początku lat 30. ubiegłego wieku, gdy w Berezeczu i Łazdunach, niedaleko Wilna, zespół prof. Janusza Jagmina zapoczątkował hodowlę twórczą lnu opartą na metodzie selekcji masowej.

Metoda ta polegała na wyborze z ładu roślin lnu charakteryzujących się najlepszą budową morfologiczną, a następnie rozmnażaniu wybranych pojedynków w celu uzyskiwania nowych odmian.

Pierwsze odmiany lnu włóknistego, uzyskane metodą selekcji masowej dawały plon ogólny na poziomie 25–30 dt/ha przy zawartości włókna na poziomie około 16%, obecnie wskaźniki te wynoszą średnio 60–80 dt/ha (plon lnu ogółem) i zawartość włókna ogółem w plonie słomy odziarnionej – 25%.

Pierwszymi odmianami lnu uzyskanymi metodą selekcji pozytywnej były LCSD I i LCSD II. W późniejszym okresie (lata 1938–1939) zostały wpisane do Rejestru Odmian Oryginalnych kolejne dwie odmiany lnu włóknistego LCSD-207, LCSD-210. Odmiany te uprawiane były również po II wojnie światowej – pod koniec lat 40., w latach 50. i 60. ubiegłego wieku. Metodą selekcji masowej wyhodowano pierwsze powojenne odmiany lnu Golęciński oraz Plenny Zwiśły.

Dzięki materiałom genetycznym przywiezionym (w 1945 roku) przez zespół prof. Janusza Jagmina z Berezowca na Wileńszczyźnie można było w Poznaniu w Lniarsko-Konopnej Stacji Doświadczalnej, bezpośrednio po II wojnie światowej kontynuować prace hodowlane z lnem włóknistym. W tym okresie (na przełomie lat 40. i 50. ubiegłego wieku) do prac hodowlanych z lnem włóknistym wprowadzono metodę rodowodową. W wyniku prowadzonej tą metodą hodowli uzyskano nowe odmiany lnu charakteryzujące się wyższą wartością użytkową m.in.: Milenium, Fortuna, Izolda, Bryta, Svapo, Waza, Minerwa, Nike, Alba, Ariadna, Wiko i Artemida.

3.5.1. Kierunki hodowli lnu

Podstawą prac hodowlanych jest bioróżnorodność genetyczna banku genów *Linum* zgromadzonych w IWNiRZ. Aktualnie kolekcja ta obejmuje 1033 obiekty. **Zasoby genowe lnu oceniane są w aspekcie ich odporności na stresy biotyczne (choroby) i abiotyczne (susza), jak również waloryzowane z zastosowaniem metody markerów fenotypowych (budowa morfologiczna roślin, długość okresu wegetacji, zdolność plonowania) oraz metody markerów genotypowych.**

Głównymi celami hodowli twórczej lnu włóknistego jest:

1. zwiększenie zawartości włókna w plonie słomy nowych odmian,
2. poprawa jakości włókna,
3. zwiększenie odporności roślin lnu na choroby i wyleganie,
4. poprawienie zdolności plonowania lnu (ekspresji genów) w niekorzystnych warunkach siedliskowych (np. susza),
5. skrócenie okresu wegetacji.

Podstawową metodą hodowli twórczej lnu włóknistego jest metoda rodowodowa, korzystająca z zasobów genowych rodzaju *Linum*, kolekcji IWNiRZ (1033 obiektów). W ostatnim okresie tradycyjna metoda rodowodowa wspomagana jest metodami biotechnologicznymi (wykorzystanie zmienności gameto- i somaklonalnej jako dodatkowego źródła bioróżnorodności, metoda podwójnych haploidów i inne).

W hodowli rodowodowej zmienność genetyczna materiału wyjściowego indukowana jest poprzez krzyżowanie ze sobą dwóch lub więcej form rodzicielskich. Stosowane jest krzyżowanie **proste** ($A \times B$), krzyżowanie **odwrotne** – to krzyżowanie form rodzicielskich w obu kierunkach ($A \times B$), ($B \times A$), krzyżowanie **wsteczne**, które polega na krzyżowaniu pokolenia F1 z jedną z form rodzicielskich, a także krzyżowanie **wypierające**, które polega na wielokrotnym powtarzaniu krzyżowania wstecznego z jedną z odmian rodzicielskich $[(A \times B) \times B] \times B$ (Fouilloux 1988).

W wyniku krzyżowania rośliny samopłodnej jaką jest len otrzymuje się heterozygotyczne mieszańce pokolenia F1. Następnie w kolejnych etapach hodowli prowadzona jest selekcja roślin odznaczających się zespołem najkorzystniejszych użytkowo cech (markerów fenotypowych). Obok cech morfologicznych oceniana jest zawartość włókna metodą chemiczną, ponadto prowadzone są obserwacje dotyczące zdrowotności roślin, wylegania, terminów kwitnienia, dojrzewania itd. W kolejnych latach ród hodowlany oceniany jest w doświadczeniach porównawczych, odmianowych. Cechami, które wpływają na końcowy plon włókna są wysokość roślin, długość techniczna łodygi, procentowa zawartość włókna i plon słomy odziarnionej.

W hodowli lnu włóknistego uzyskanie nowej odmiany, która jest homozygotyczną linią „czystą”, trwa co najmniej dziesięć lat.

W wyniku prac hodowlanych prowadzonych metodą rodowodową uzyskano nowe odmiany lnu charakteryzujące się wyższą wartością użytkową m.in.: Milenium, Fortuna, Izolda, Bryta, Svapo, Waza, Minerwa, Nike, Alba, Ariadna, Wiko, Artemida, Modran, Selena, Luna, Atena, Sara, Temida i Jan.

3.5.2. Hodowla odpornościowa

Wyhodowanie odmian bardzo odpornych i odpornych na choroby jest podstawowym zadaniem w procesie hodowlanym (Geiger i Heun 1989). Odmiany takie są ekologicznym czynnikiem w ochronie środowiska przed zanieczyszczeniem gleby pestycydami i powinny być uprawiane na plantacjach, gdzie przestrzegane są integrowane metody ochrony. Jednym z największych problemów jest odporność lnu na fuzariozę, która powoduje najwięcej szkód w uprawie tej rośliny. Hodowcy starają się jak najwcześniej eliminować materiał hodowlany podatny na tę chorobę. Jest to o tyle możliwe, że odporność na fuzariozę można zdefiniować na początku

cyklu hodowlanego. Podstawą działania jest jednak właściwy dobór odmian do krzyżówek. Jako formy rodzicielskie powinny być one odporne na choroby, a co najważniejsze przekazywać tę cechę w procesie hodowli.

W Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich od wielu lat prowadzone są badania odporności na fuzariozę. Dotyczą one zarówno odmian z kolekcji, jak i materiału hodowlanego. Testy prowadzone są w warunkach polowych i doświadczeniach wazonowych. Podstawowym czynnikiem w badaniach są warunki prowokacyjne. Dzięki wymienionym pracom, Instytut posiada bogatą kolekcję odmian odpornych będących materiałem wyjściowym w pracach hodowlanych. Spośród 700 przetestowanych dotychczas odmian z kolekcji, wytypowano 120 bardzo odpornych na fuzariozę. Odmiany te są najczęściej używane przez hodowców jako komponenty do krzyżówek, z których wyselekcjonowane rasy odziedziczyły cechę odporności na fuzariozę. W ciągu ponad 30 lat, w warunkach prowokacyjnych przetestowano 800 ras, z których wytypowano 200 odpornych na fuzariozę. Większość z nich hodowcy uznali jako perspektywiczne, ponieważ dają wysokie plony włókna i nasion.

Prowadząc badania nad odpornością lnu na fuzariozę, odmiany podzielono na grupy odporności według przyjętej skali:

- odmiany bardzo odporne > 95% roślin zdrowych w stosunku do kontroli,
- odmiany odporne 80–95% roślin zdrowych w stosunku do kontroli,
- odmiany średnio odporne 50–80% roślin zdrowych w stosunku do kontroli,
- odmiany średnio podatne 30–50% roślin zdrowych w stosunku do kontroli,
- odmiany bardzo podatne < 30% roślin zdrowych w stosunku do kontroli.

Kryterium oceny odporności odmian jest liczba zdrowych roślin w stosunku do przyjętego wzorca (odmiany kontrolne). Jako wzorzec dla odmian włóknistych przyjęto średni procent roślin zdrowych z odmian kontrolnych Natasja + Nike.

Efektem końcowym ścisłej współpracy hodowców z fitopatologami jest wyhodowanie ośmiu odmian lnu włóknistego bardzo odpornych na fuzariozę. Są to: Nike, Modran, Selena, Luna, Artemida, Sara, Atena i Jan.

Uprawa tych odmian jest zalecana jako podstawowa metoda integrowanej ochrony lnu przed chorobami.

Odporność na suszę i wysokie temperatury

Jednymi z czynników ograniczających plonowanie lnu włóknistego są deficyt wody w siedlisku i wysokie temperatury. Przeciętne zużycie wody przez len, w połowie okresu wegetacji, wynosi 5 g na 1 roślinę dziennie, w całym okresie wegetacji (90–100 dni) wskaźnik zużycia wody przez len włóknisty wynosi 8 mln l/ha, podczas gdy dla owsa jedynie 2 mln l/ha, a dla żyta 800 000 l/ha (1/10 zapotrzebowania lnu).

Od 2002 roku ważnym elementem badań prowadzonych w IWNiRZ jest ocena odporności na suszę genotypów lnu z kolekcji zgromadzonych w Instytucie.

Wprowadzenie kontrolowanego stresu suszy spowodowało u wszystkich ocenianych odmian, udowodnione statystycznie zmniejszenie plonu słomy odziarnionej, plonu nasion oraz zawartości i plonu włókna. Wśród odmian, które w warunkach suszy dawały relatywnie wysokie plony włókna wymienić należy: Nike [PL], Modran [PL], Luna [PL], Artemida [PL], Venica [CZ], Diana [F], Drakkar [NL] oraz Alize [NL]. Odmiany lnu charakteryzujące się wolniejszym tempem wzrostu w pierwszym okresie rozwoju (Nike, Drakkar, Venica) były bardziej odporne na suszę niż odmiany wcześniej dojrzewające. Wprowadzenie okresu posuchy wpłynęło negatywnie na plony nasion lnu. W warunkach suszy najwyższe plony nasion uzyskano dla odmian lnu oleistego: Alfonso [ARG] i Symphonia [F] oraz dla lnu włóknistego w przypadku odmiany Artemida [PL].

Wykorzystanie w hodowli krzyżówkowej form rodzicielskich o zwiększonej odporności na suszę umożliwia uzyskanie odmian lnu włóknistego lepiej dostosowanych do warunków okresowego niedoboru wilgoci w siedlisku. W hodowli odpornościowej Instytutu wykorzystuje się zjawisko zapamiętywania stresu suszy przez rośliny lnu poprzez prowadzenie hodowli twórczej (krzyżówki międzyodmianowe) w warunkach kontrolowanego stresu suszy. Zarejestrowana w 2011 roku odmiana Jan charakteryzuje się zwiększoną tolerancją na okresy posuchy i wysokie temperatury.

Podsumowanie:

Priorytetem hodowli twórczej odmian lnu włóknistego jest uzyskanie odmian charakteryzujących się:

1. dużym plonem słomy i nasion,
2. wysoką zawartością włókna w plonie słomy,
3. dobrą jakością włókna,
4. wysoką odpornością na choroby (szczególnie na fuzariozę),
5. zwiększoną odpornością na okresy posuchy i wysokie temperatury,
6. odpornością na wyleganie.

3.6. Dobór odmian

W Polsce uprawia się odmiany dwóch form użytkowych lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.), tj. włóknistego i oleistego (Lista opisowa odmian). Spotyka się także odmiany lnu przejściowego (pośredniego), które pochodzą najczęściej z krzyżówek lnu włóknistego z lnem oleistym. Wszystkie formy w naszym kraju są rośliną roczną jarą. Wykorzystanie poszczególnych form w gospodarce może być wszechstronne (Jasińska i Kotecki 2003). Włókno stanowi surowiec przędzalniczy, a coraz częściej służy do pozyskiwania celulozy oraz wyrobu tzw. kompozytów, wykorzystywanych w przemyśle meblarskim, motoryzacyjnym i budownictwie. Nasiona są używane jako dodatek do pieczywa lub pasz dla zwierząt, a zwłaszcza są wykorzystywane jako surowiec do

produkcji wartościowego oleju lnianego zawierającego około 16% kwasu linołowego (omega 6) i aż 51% kwasu linolenowego (omega 3), przy ich stosunku jak 0,31 : 1. Olej lniany wykorzystywany jest także jako olej techniczny, szybko-schnący. Nasiona i olej mają szerokie zastosowanie w lecznictwie i farmakologii (Zajac 2004). Makuchy powstałe po wyłoczeniu oleju są wartościową paszą treściwą zawierającą 25–30% białka. Natomiast paździerz uzyskane w trakcie przerobu słomy są surowcem używanym do produkcji płyt meblowych i budowlanych, stanowią dobre paliwo ekologiczne lub mogą być wykorzystywane jako podłoże do uprawy warzyw i grzybów.

Odmiany lnu włóknistego charakteryzują się prostą, długą i delikatną łodygą. Boczne rozgałęzienia są nieliczne i występują bliżej wierzchołka pędu. O przydatności łodygi jako surowca na cele przędzalnicze decydują jej określone właściwości fizyczne, a przede wszystkim odpowiednia długość techniczna, a także grubość i wysmukłość. Wartość handlowa słomy zależy od wydajności i jakości włókna, które można z niej uzyskać. Zawartość włókna w słomie wynosi najczęściej 23–25%. Najbardziej wartościowe jest włókno długie, z którego uzyskuje się włókno przędzalnicze służące do wytwarzania tkanin odzieżowych, dekoracyjnych i technicznych. Frakcja włókna krótkiego o mniejszej wartości, stanowi surowiec do wyrobu produktów papierniczych, powroźniczych, czy też jako materiał uszczelniający, np. przewody hydrauliczne. W uprawie lnu włóknistego oprócz plonu słomy uzyskuje się również wartościowe nasiona, które stanowią produkt uboczny. Odmiany lnu włóknistego wymagają gęstych siewów, tj. około 2000 nasion/m².

Łodyga odmian lnu oleistego jest z reguły krótsza, grubsza i bardziej rozgałęziona niż lnu włóknistego. Na wierzchołkach pędów zawiązuje się duża ilość torebek nasiennych. Nasiona są większe (o MTN około 7,0 g) i zawierają więcej tłuszczu (40–45%). Mają walory dietetyczne i lecznicze. Len oleisty jest użytkowany głównie na nasiona, choć także słoma może stanowić surowiec do wykorzystania przemysłowego, ze względu na około 15% zawartość włókna, głównie krótkiego lub być zużyta jako materiał energetyczny. Odmiany lnu oleistego wysiewa się w ilości około 700 nasion/m².

Len przejściowy wykształca łodygi wysokości około 60–70 cm, średnicy zbliżonej do lnu włóknistego, ale silniej rozgałęzione w części wierzchołkowej. Wysokość i grubość łodyg uprawianej odmiany warunkowane są także gęstością siewu oraz warunkami uprawy. Nasiona lnu przejściowego mają pośrednią wielkość.

Len jest rośliną dnia długiego, dlatego uprawiane odmiany należy wysiewać wczesną wiosną przy krótkim dniu, żeby dobrze wyrosły. Krajowe odmiany wykazują stosunkowo małe wymagania cieplne, a duże potrzeby wodne (Jasińska i Kotecki 2003). Do uprawy wymagają gleby w dobrej kulturze, sprawnej, niezaschwaszczonej i bardzo dobrze przygotowanej do płytkiego zasiewu.

W zmianowaniu odmian lnu nie należy uprawiać na tym samym polu częściej niż co 6–7 lat. Taki bowiem okres jest potrzebny do samooczyszczenia gleby z patogenów *Fusarium* (Heller 2012). Do siewu należy używać kwalifikowany materiał siewny, który gwarantuje odpowiednią tożsamość odmianową i zapewnia właściwą jakość oraz wartość siewną nasion.

Przez wiele lat znaczenie gospodarcze, a w konsekwencji powierzchnia zasiewów lnu włóknistego w Polsce znacząco zmalały. Stosunkowo drogi proces obróbki i przetwórstwa lnu zdecydował o wyborze alternatywnych, tańszych, często syntetycznych źródeł włókna. W przypadku lnu oleistego, w ostatnich latach następuje systematyczna i zauważalna tendencja do wzrostu powierzchni uprawy. W ostatnich latach powierzchnia uprawy obu form lnu w naszym kraju wahała się od 2 do 7 tysięcy ha. Obecnie produkty wytwarzane na bazie substratów otrzymywanych z lnu traktowane są jako ekskluzywne, ekologiczne i prozdrowotne. Możliwe, że w przyszłości znaczenie tej wartościowej rośliny ponownie wzrośnie.

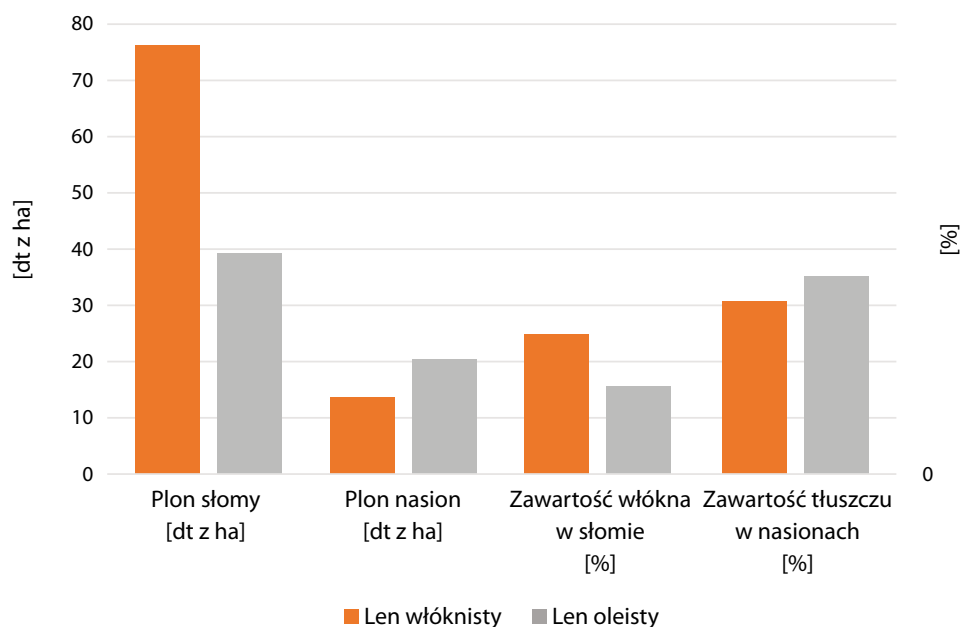
W Krajowym Rejestrze Odmian (KR) znajduje się aktualnie dziewięć odmian lnu włóknistego: Artemida, Atena, Jan, Luna, Modran, Nike, Sara, Selena, Temida oraz cztery odmiany lnu oleistego: Bukoz, Jantarol, Oliwin, Szafir (tab. 2). Większość z nich została zarejestrowana w ostatnich siedemnastu latach. Wszystkie odmiany znajdujące się w KR są rodzimej hodowli. Krajowe odmiany są dobrze dostosowane do naszych warunków siedliskowych (zwłaszcza gleby i warunków klimatycznych). W uprawie spotyka się także odmiany zagraniczne, przeważnie o większych wymaganiach siedliskowych i agrotechnicznych. We Wspólnotowym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) znajduje się aktualnie 177 odmian lnu zwyczajnego, w tym 60 odmian włóknistych lnu i 78 odmian oleistych lnu oraz 39 odmian o nieoznaczonej użytkowości.

Zarejestrowane w Polsce odmiany lnu włóknistego i oleistego wykazują zróżnicowanie ważniejszych cech użytkowych, takich jak plon słomy i nasion oraz jego jakość, m.in. zawartość włókna w słomie i tłuszczu w nasionach. Odmiany różnią się między sobą także wczesnością, wysokością roślin oraz odpornością na wyleganie i choroby.

Spośród chorób występujących na lnie największe zagrożenie dla jego upraw stanowi fuzarioza, powodowana przez grzyby z rodzaju *Fusarium* sp. (zwłaszcza *Fusarium oxysporum* f. sp. *linii*). Choroba objawia się tzw. fuzaryjnym więdnieniem i zamieraniem roślin. Krajowe odmiany lnu włóknistego cechują się dużą odpornością na fuzariozę, zwłaszcza odmiany Nike, Modran, Temida i Jan. Natomiast wśród zarejestrowanych odmian lnu oleistego, dobrą odporność na tę chorobę wykazuje odmiana Bukoz.

Odmianami lnu włóknistego, które odznaczają się wolniejszym tempem wzrostu w pierwszym okresie rozwoju są odmiany Nike, Sara i Jan. Ta ostatnia wykazuje zwiększoną tolerancję na okresy niedoboru wilgoci i wysoką temperaturę. Nieco wcześniej zakwita i dojrzewa odmiana Modran. Krajowe odmiany lnu włóknistego cechują się dość dobrą wydajnością i jakością włókna długiego. W większości przejawiają stosunkowo małą podatność na wyleganie. W przypadku lnu oleistego, w przeszłości prowadzono hodowlę odmian o brązowych nasionach. Później wyhodowano i wprowadzono do uprawy odmiany żółtonasienne. Odmiany Jantarol i Oliwin, o żółtej barwie okrywy nasiennej, zawierają więcej tłuszczu.

W pracach hodowlanych nad nowymi odmianami lnu zarówno włóknistego, jak i oleistego, zwraca się szczególną uwagę na poprawienie wydajności i jakości surowca – słomy i nasion, zmniejszenie podatności roślin na choroby i wyleganie, a także poszukuje się odmian mniej wrażliwych na niedobory wody (tab. 3, 4, rys. 3). Ważne dla hodowli lnu jest zwiększenie kolekcji odmian wykorzystywanych do krzyżowań oraz poznanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej w obrębie tych kolekcji (Budzyński i Zając 2010). Podstawowym sposobem hodowli twórczej lnu jest metoda rodowodowa, w której korzysta się z zasobów genowych rodzaju *Linum*.



Rys. 3. Porównanie niektórych cech odmian dwóch form lnu: włóknistego i oleistego (COBORU, doświadczenia odmianowe 2008–2011)

Tabela 2. Odmiany lnu zwyczajnego wpisane do Krajowego Rejestru Odmian (KR). Właściwości botaniczno-użytkowe odmian

Nazwa odmiany	Rok wpisania do Krajowego Rejestru (KR)	Wpis do Księgi ochrony wyłącznego prawa (KO)*	Wysokość roślin	Termin kwitnienia	Barwa kwiatów (płatki korony)	Torebka nasienna	Termin dojrzałości technologicznej	Barwa nasion	Masa 1000 nasion [g]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odmiany lnu włóknistego									
Artemida	1996	nie	śr-w	śr	n	śr	śr	b	m-śr
Atena	2004	skr.	śr	w-śr	n	śr	śr	b	śr
Jan	2012	tak	śr-w	śr-p	n	śr	śr-p	b	m-śr
Luna	2002	skr.	śr	w-śr	n	śr	śr	b	śr
Modran	2001	tak	śr	w-śr	nf	śr	w-śr	b	m-śr
Nike	1987	nie	śr	śr	n	śr	śr	jb	śr
Sara	2007	tak	śr-w	śr-p	n	śr	śr-p	b	m-śr
Selena	2001	tak	śr	śr	nf	śr	śr	b	śr
Temida	2007	skr.	śr	śr	n	śr	śr	b	śr
Odmiany lnu oleistego									
Bukoz	2009	tak	n	w-śr	bn	śr	śr-p	jb	śr-d
Jantarol	2007	tak	n-śr	śr	b	śr-d	śr-p	ż	śr-d
Oliwin	2004	tak	n	w-śr	nf	śr-d	śr	ż	d
Szafir	1994	nie	n-śr	śr	f	śr-d	śr-p	jb	d

Kol. 3: * – wpis do KO oznacza, że odmiana chroniona jest krajowym wyłącznym prawem hodowcy; skr. – odmiana skreślona z KO
Kol. 4: wysokość roślin: n – niska, n-śr – niska do średniej, śr – średnia, śr-w – średnia do wysokiej
Kol. 5: termin kwitnienia: w-śr – wczesny do średniego, śr – średni, , śr-p – średni do późnego
Kol. 6: barwa kwiatów: b – biała, bn – bładoniebieska, n – niebieska, nf – niebiesko-fioletowa, f – fioletowa
Kol. 7: torebka nasienne: śr – średnia, śr-d – średnia do dużej
Kol. 8: termin dojrzałości technologicznej: w-śr – wczesny do średniego, śr – średni, śr-p – średni do późnego
Kol. 9: barwa nasion: jlb – jasnobrązowa, b – brązowa, ż – żółta
Kol. 10: masa 1000 nasion: m-śr – mała do średniej, śr – średnia, śr-d – średnia do dużej, d – duża

Tabela 3. Len włóknisty. Właściwości rolniczo-użytkowe odmian (COBORU, doświadczenia odmianowe 2010–2011)

Nazwa odmiany	Plon słomy		Plon nasion	Masa 1000 nasion	Zawartość włókna	Długość słomy		Początek kwitnienia	Długość kwitnienia	Wyleganie	Dojrzałość do zbioru
	dt z ha	% wz.				ogólna	techniczna				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13
Średnia	74,7	100	9,4	5,5	25,4	79,0	70,1	13.06	15	7,3	19.07
Jan	73,0	98	9,8	5,3	25,4	80,9	70,6	13.06	15	7,4	20.07
Modran	73,4	98	8,0	5,4	25,3	77,3	68,6	10.06	14	7,5	17.07
Nike	78,0	104	10,8	6,0	24,5	77,3	69,0	14.06	15	7,1	19.07
Sara	78,1	104	8,7	5,3	26,0	80,1	71,4	14.06	16	7,3	21.07
Selena	71,2	95	9,7	5,7	25,6	79,6	70,7	12.06	14	7,4	20.07

Kol. 3: wzorzec: średnia badanych odmian

Tabela 4. Len oleisty. Właściwości rolniczo-użytkowe odmian (COBORU, doświadczenia odmianowe 2008–2009)

Nazwa odmiany	Plon nasion		Plon słomy	Masa 1000 nasion	Zawartość tłuszczu	Początek kwitnienia	Długość kwitnienia	Wysokość roślin	Wyleganie	Dojrzałość pełna
	dt z ha	% wz.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
Średnia	20,6	100	39,6	7,7	47,1	8.06	22	57	7,7	29.07
Bukoz	24,3	118	44,1	7,3	45,6	8.06	20	54	8,0	27.07
Jantarol	19,6	95	40,8	7,4	47,6	10.06	23	56	7,2	31.07
Oliwin	19,1	93	34,0	7,8	49,8	9.06	24	58	8,1	30.07
Szafir	19,3	94	39,7	8,3	45,4	7.06	20	60	7,4	28.07

Kol. 3: wzorzec: średnia badanych odmian

3.7. Siew

Do siewu należy użyć kwalifikowany materiał siewny dostarczony przez jednostkę kontraktującą, charakteryzujący się zdolnością kiełkowania na poziomie co najmniej 92% oraz zawartością nasion czystych nie mniejszą niż 99%. Zastosowanie materiału siewnego wysokiej jakości jest szczególnie ważne w integrowanych systemach ochrony roślin, gdyż jest to warunek prawidłowego kiełkowania, wzrostu, rozwoju i plonowania lnu. Aktualnie w Polsce zarejestrowanych jest 9 odmian lnu włóknistego (Artemida, Atena, Jan, Luna, Modran, Nike, Sara, Selenia, Temida), wszystkie hodowli IWNiRZ Poznań. Odmiany te są odporne na choroby i dostosowane do warunków siedliskowych (gleba, warunki klimatyczne, agrotechnika) panujących w naszym kraju. W warunkach Polski, głównym czynnikiem warunkującym plonowanie lnu włóknistego jest przebieg pogody, szczególnie w okresie wegetacji. Niedobór wilgoci w siedlisku (okresy posuchy), jak również wysokie temperatury powietrza, wpływają negatywnie na wzrost, rozwój i plonowanie lnu (szczególnie na plon włókna i jego jakość). Natomiast nadmiar opadów powodować może wyleganie roślin, w wyniku czego len rosi się „na pniu” dając mało wartościowy plon słomy (w tym włókna).

Zastosowanie właściwego terminu siewu, odpowiedniego do określonego regionu Polski, jest podstawowym warunkiem uzyskania wysokiego plonu włókna dobrej jakości (tab. 5). Przeprowadzenie siewu jest możliwe wówczas, kiedy wierzchnia warstwa gleby nagrzeje się do temperatury 7–8°C (okres kwitnienia kaczęca i zawilców, przypada to mniej więcej w kilka dni po terminie siewu owsa).

Optimalny termin siewu lnu przypada:

- dla północnej Polski, przy wyjątkowo wczesnej wiosnie, w II i III dekadzie kwietnia,
- dla Polski środkowej – najczęściej w I połowie kwietnia,
- dla Polski południowej (Dolny Śląsk), przy wyjątkowo wczesnej wiosnie, na koniec marca, najczęściej jednak w I dekadzie kwietnia.

Jeżeli wiosna jest późna, czas siewu lnu można przesunąć, ale nie więcej niż o 1–2 tygodnie.

Tabela 5. Wpływ terminów siewu lnu na plony słomy i nasion (Poradnik Plantatora Lnu Włóknistego 2006)

Termin siewu	Plon lnu włóknistego w t/ha	
	słoma nieodziarniona	nasiona
29 marca	7,20	1,00
14 kwietnia	6,15	0,91
30 kwietnia	5,20	0,72
15 maja	4,30	0,64
28 maja	3,10	0,50

Optymalne zagęszczenie roślin w dniu zbioru lnu włóknistego powinno wynosić 1600–1800 szt./m². Aby uzyskać taką obsadę roślin, na plantacjach przemysłowych, należy wysiać od 110 do 130 kg/ha nasion zdolnych do kiełkowania, czyli od 2000 do 2400 nasion na 1 m². Na plantacjach nasiennych przy siewie materiału przedbazowego (PB III i PB II) wysiewa się 50 kg nasion/ha, przy siewie materiału bazowego (B) – 70 kg/ha.

Do siewu lnu przy proponowanej rozstawie międzyrzędzi około 8 cm wykorystać można wybrane siewniki zbożowe (tab. 6). Jako optymalną dla lnu włóknistego głębokość przykrycia nasion przyjęto 2 cm, głębsze umieszczenie nasion zwiększa liczbę zaników (tab. 7). Ostatnio przy siewie lnu stosuje się siewniki, które umożliwiają tzw. siew pasowy, który stwarza niemal równe warunki dla rozwoju poszczególnych roślin.

Tabela 6. Wpływ rozstawy rzędów na plonowanie lnu włóknistego (Poradnik Plantatora Lnu Włóknistego 2006)

Lp.	Rozstaw rzędów [cm]	Plon słomy nieodziarnionej [t/ha]
1.	8,0	5,92
2.	12,5	5,08
Zwyzka plonu	–	0,84

Tabela 7. Zaniki roślin lnu w zależności od głębokości przykrycia nasion (Poradnik Plantatora Lnu Włóknistego 2006)

Wyszczególnienie	Głębokość przykrycia nasion w cm								
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
Procent wschodów [%]	94,5	94	89	63	41	31	24	13	–
Procent zaników [%]	5,5	6	11	37	59	69	76	87	100

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

Chwasty stanowią konkurencję dla lnu w pobieraniu składników pokarmowych i wody, a ponadto zacierają roślinę uprawną (Adamczewski i Dobrzański 1997; Ammon 1997; Rola i Rola 1997). Charakteryzuje je wysoka plenność i jednocześnie duża odporność na niekorzystne warunki siedliskowe (susza, niskie temperatury). Plon nasion z jednej rośliny lnu włóknistego wynosi zaledwie 100 sztuk, a niektóre chwasty wydają kilkanaście tysięcy nasion (ostrożeń, mlecz), np. rumianek 50 tysięcy nasion czy komosa biała 100 tysięcy nasion (Kwiecińska 2004). W glebie, nasiona wielu gatunków chwastów, zachowują żywotność przez długi okres (np. komosa biała – 40 lat, tobołki polne – 35 lat) (Praczyk 2008). Chwasty mają silnie rozwinięty system korzeniowy, który ułatwia im pobieranie wody i składników pokarmowych z gleby, kosztem rośliny uprawnej. Zachwaszczony len słabo się rozwija, jest podatny na choroby, szkodniki i wyleganie (powodowane przez zacienienie oraz płożące się gatunki, jak np. rdest powojowy, przytulia, powój i inne). Chwasty potrzebują mniej ciepła, dlatego kiełkują przeważnie wcześniej niż len. Chwasty zacierają len, obniżają temperaturę gleby, wpływają niekorzystnie na kiełkowanie nasion i wzrost lnu. Stan i stopień zachwaszczenia plantacji wpływa więc na wielkość plonu i jego jakość, decyduje o opłacalności uprawy. Spadek plonów roślin rolniczych w Polsce w wyniku ich zachwaszczenia wynosi średnio 15–20%.

4.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Na plantacjach lnu w Polsce dominują chwasty typowe dla roślin zbożowych i okopowych. Wśród gatunków dwuliściennych najczęściej występują: komosa biała (zwana lebiodą), gorczyca polna (ognicha), ostrożeń polny (często mylony z ostem), rdesty (różne gatunki), rumianowate, gwiazdnica pospolita, fiołek polny (bratek) oraz jasnoty. Chwasty jednoliścienne stanowiące największy problem w uprawie lnu w naszym kraju to: perz właściwy (wieloletni uciążliwy chwast), chwastnica jednostronna (kurze proso), owies głuchy (owsik) oraz włóśnice (tab. 8).

W uprawie lnu włóknistego podstawowym plonem jest słoma, z której otrzymuje się włókno. Mimo znacznego postępu w doskonaleniu metod uprawy, zbioru i przerobu lnu nie opracowano dotychczas sposobu mechanicznego oczyszczania słomy i włókna z chwastów. Słoma lniana, a w konsekwencji włókno zanieczyszczone pozostałościami chwastów stanowią małowartościowy surowiec dla przemysłu, jego cena jest niska i nie zadowala to plantatora lnu.

Stopień zanieczyszczenia słomy lnianej przez chwasty decyduje o plonie surowca i jakości włókna, tj. podzielności, delikatności, maślistości, ciężkości, wytrzymałości, kolorze, jednolitości (rys. 4).

Włókno maśliste charakteryzuje się połyskiem, miękkością i ciężkością, co jest znamienne dla włókna wysokiej jakości (Poradnik Brakarza Włókna Lnianego i Konopnego 1987). Skuteczność zwalczania chwastów wpływa zatem pośrednio na plon włókna i jego jakość.

Tabela 8. Chwasty towarzyszące uprawom lnu włóknistego w Polsce (Heller 1998)

Chwasty towarzyszące uprawom lnu włóknistego w Polsce o dużym znaczeniu	Chwasty towarzyszące uprawom lnu włóknistego w Polsce o małym znaczeniu
komosa biała, rdest powojowy, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, tobołki polne, rdest kolankowaty, perz właściwy, chwastnica jednostronna	gorczyca polna, tasznik pospolity, rumian polny, przytulia czepna, sporek polny, jasnota purpurowa, krzywoszyj polny, przetacznik polny, bluszczyk kurdybanek, przetacznik bluszczykowy, rumianek pospolity, gwiazdnica pospolita, poziwnik szorstki, rdest plamisty, dymnica pospolita, bodziszek drobny, żóltlica drobnokwiatowa, owies głuchy, kapusta, rzepak, przetacznik perski, szarłat szorstki, powój polny, bniec biały, wiechlina roczna

Komosa biała (lebioda)

Roślina jednoroczna, jara, wysokość 15–200 cm. Rozmnaża się przez owoce. Jedna roślina wytwarza średnio 20 000 nasion, które zachowują zdolność kiełkowania przez okres 20 lat. Wschody komosy białej pojawiają się przez cały okres wegetacji.

Rdest powojowy

Roślina jednoroczna, jara, o wijących się łodygach, oplata rośliny lnu utrudniając ich zbiór. Długość łodyg dochodzi do 100 cm. Rozmnaża się przez owoce. Nasiona zachowują żywotność w glebie przez okres 7 lat.

Fiołek polny

Roślina jednoroczna, jara lub ozima, o wysokości 5–50 cm. Rozmnaża się przez nasiona. Jedna roślina wytwarza przeciętnie 2500 nasion. Kiełkuje wiosną i jesienią.

Gwiazdnica pospolita

Roślina jednoroczna, jara lub ozima. Łodygi rozesłane, długości 5–40 cm, na dobrych stanowiskach osiągające 80 cm. Rozmnaża się z nasion oraz wegetatywnie, z części łodygi w węzłach, z których powstają korzenie przybyszowe. Jedna roślinka

na wytwarza kilka tysięcy (do 25000 sztuk) nasion, które zachowują żywotność przez 20 lat.

Jasnota różowa

Roślina roczna, o formach ozimych lub jarych, o wysokości 10–30 cm. Łodyga podnosząca się lub rozestłana. Rozmnaża się przez owoce. Jedna roślina wytwarza około 300 nasion, które zachowują zdolność kiełkowania przez okres 8–9 lat.

Tobołki polne

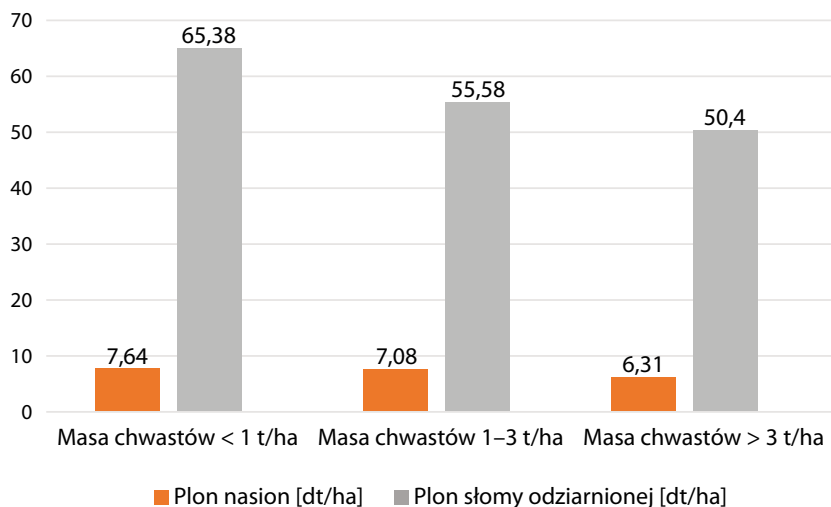
Roślina jednoroczna, jara lub ozima, o wysokości 15–45 cm. Rozmnaża się przez nasiona, jedna roślina wytwarza około 1000 nasion, które mogą zachować żywotność w glebie do 30 lat.

Rdest kolankowaty

Roślina jednoroczna, jara, dorastająca do 1 m, średnio 30–60 cm wysokości. Rozmnaża się przez owoce. Wydaje nasiona (około 1000 sztuk) o wieloletniej żywotności.

Perz właściwy

Trawa wieloletnia, rozłogowa, o wysokości 40–100 cm, dorastająca na żyznych stanowiskach do 150 cm. Rozmnaża się przez nasiona (25–40 sztuk na jednym pędzie) oraz jako trawa rozłogowa wegetatywnie za pomocą podziemnych rozłogów pochodzenia pędowego. Rozłogi silnie się rozrastają tworząc w glebie poziomo ułożoną warstwę.



Rys. 4. Wpływ zachwaszczenia na plon lnu włóknistego (1967–2007, średnio z 320 doświadczeń) (według IWNiRZ Poznań)

Chwastnica jednostronna (kurze proso)

Trawa jednoroczna, jara, dorastająca do 100 cm. Liście dość szerokie, ciemno-szarozielone, o brzegach sfalowanych, gładkie. Żdźbła wzniesione, rozgałęzione, w dolnych kolankach zgięte, nagie i gładkie, filoletowawe, lekko spłaszczone. Roślina ciepłolubna, wschody pojawiają się późną wiosną i na początku lata. Najczęściej występuje na glebach żyznych i wilgotnych.

4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Regulacja zachwaszczenia, w integrowanych systemach ochrony lnu włóknistego, polega na umiejętnym połączeniu właściwej agrotechniki (płodozmian, zespół uprawek agrotechnicznych, mechaniczne niszczenie chwastów) z metodami chemicznego odchwaszczania z zastosowaniem herbicydów.

Len włóknisty wymaga stanowisk czystych, niezachwaszczonych i roli starannie uprawionej. Uprawki późniowe przeprowadzić należy bezpośrednio po zbiorze przedplonów. Po zbożach i roślinach bobowatych uprawę rozpoczyna się od podorywki i bronowania, w celu zniszczenia możliwie największej ilości chwastów. Wykonanie płytkiej podorywki (na głębokość 6–8 cm), a następnie bronowanie, powodują przyspieszenie kiełkowania nasion chwastów. Po zazielenieniu się pola chwasty należy niszczyć stosując bronę ciężką, a w miarę potrzeby kultywator. W uprawie późniowej, zamiast pojedynczych narzędzi, powinno się stosować agregaty.

Po zbiorze roślin okopowych należy wyrównać pole i oczyścić glebę z reszek przedplonu, a następnie wykonać orkę zimową. Orkę zimową (na głębokość 26–30 cm) należy wykonać starannie, pozostawiając glebę w „ostrej skibie”, aby nagromadzić wodę z opadów zimowych, napowietrzyć glebę i dzięki działaniom mrozu poprawić jej strukturę. Na wiosnę prace należy rozpocząć od włókowania lub bronowania pola w celu przerwania parowania wody z gleby i szybszego nagrzania się roli, co przyspiesza wschody chwastów. Po zazielenieniu się pola należy zastosować bronę w celu zniszczenia wschodzących chwastów, które są niszczone uprawkami przedsięwymi. Na zbitej glebie włóka może nie spełnić swego zadania i wówczas należy zastosować bronę ciężką, a po niej dopiero włókę. Pole pod zasiew lnu najlepiej przygotować stosując agregat uprawowy składający się z włóki, wału strunowego (lub np. zębowego) tak, aby drobne nasiona lnu mogły zostać umieszczone na jednakowej głębokości (2 cm) w dostatecznie wilgotnej roli.

4.3. Metody określania liczebności chwastów i progi szkodliwości

Trudność w określeniu progów ekonomicznej szkodliwości chwastów wynika z faktu, że straty w plonowaniu poszczególnych roślin powodowane przez chwa-

sty nie są rezultatem prostej zależności jaka zachodzi między liczbą chwastów a wielkością plonów i ich jakością. Obniżka plonów powodowana przez chwasty skorelowana jest również z takimi elementami agrotechniki, jak: 1) termin siewu, 2) warunki glebowe, 3) warunki klimatyczne, 4) morfologia chwastów (gatunki dolnego piętra są mniej szkodliwe) (Praczyk 2008).

W uprawie lnu włóknistego plonem podstawowym jest słoma, z której otrzymuje się włókno. Aby uzyskać wysoką cenę za włókno, surowiec ten musi być wolny od zanieczyszczeń, tzn. nie zawierać m.in. pozostałości chwastów. Mimo znacznego postępu w doskonaleniu metod zbioru i przerobu lnu nie opracowano dotychczas mechanicznego sposobu oczyszczania słomy i włókna z chwastów. Słoma lniana, a w konsekwencji włókno, zanieczyszczone pozostałościami chwastów stanowią małowartościowy surowiec dla przemysłu, obniżając opłacalność uprawy lnu. Cena włókna, w zależności od jego jakości i popytu na ten surowiec, waha się w granicach 3,5–9,0 zł/kg.

Włókno zanieczyszczone chwastami nie spełnia podstawowych wymogów stawianych surowcom wysokiej jakości. W przypadku lnu włóknistego trudno określić progi ekonomicznej szkodliwości chwastów, gdyż za słomę (a w konsekwencji za włókno) nawet nieznacznie zanieczyszczoną chwastami nie można uzyskać zadowalającej ceny (Polska Norma PN-P-80103).

4.4. Systemy wspomagania decyzji

Jednym z warunków efektywnego wdrożenia integrowanych metod ochrony roślin w uprawie lnu włóknistego jest udostępnienie rolnikom i służbom agrotechnicznym systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie lnu. Len jako roślina niszowa, małoobszarowa, charakteryzująca się słabo na ogół znanymi, specyficznymi wymogami w zakresie metod uprawy, zbioru i przerobu, wymaga dobrze funkcjonującego systemu wspomagania decyzji. Aktualnie brak jest systemów wspomagania decyzji przeznaczonych dla plantatorów lnu i służb agrotechnicznych, jednak w dobie powszechnego dostępu do internetu znaczącym źródłem informacji, dotyczącym systemów integrowanych metod ochrony lnu włóknistego, są zakładki na stronach internetowych instytucji rządowych (np. www.minrol.gov.pl/pol/.../Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin), rolniczych jednostek naukowych, jak np.: IOR – PIB, IWNiRZ, IUNG – PIB, IHAR – PIB oraz innych instytucji pracujących dla rolnictwa np. COBORU, ODR. Głównym ośrodkiem zajmującym się integrowaną ochroną lnu włóknistego jest Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, którego specjaliści udzielają porad w wymienionym zakresie.

4.5. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Ochrona lnu przed chwastami dwuliściennymi

Po wschodach lnu, gdy rośliny mają wysokość 6–12 cm (faza jodełki – BBCH 12–14) wykonać można zabieg chwastobójczy herbicydami dolistnymi. Herbicydy powschodowe działają skuteczniej, gdy stosujemy je odpowiednio wcześniej, na młodsze, a przez to bardziej wrażliwe chwasty. Ponadto wykazano, że użycie mieszanek herbicydów oraz dodanie do cieczy opryskowej adiuwantów zwiększa efektywność zabiegów chwastobójczych. Adiuwanty to grupa środków, które wpływają na poprawę równomierności pokrycia powierzchni roślin cieczą użytkową (zwłaszcza roślin trudno zwilżalnych), co powoduje zwiększenie skuteczności działania herbicydów.

Herbicydów do zwalczania głównie chwastów dwuliściennych (s.c. chlopyralid, MCPA) nie można stosować jednocześnie z graminicydami do zwalczania chwastów jednoliściennych (s.c. fluazyfop-P-butyłowy). Zabieg w celu zwalczania traw należy przeprowadzić 5–6 dni przed lub po zastosowaniu środków niszczących chwasty dwuliścienne.

Ochrona lnu przed chwastami jednoliściennymi

Największe zagrożenie dla upraw lnu włókniściego w naszym kraju stanowią następujące chwasty jednoliścienne: perz właściwy (wieloletni uciążliwy chwast), chwastnica jednostronna (kurze proso), owies głuchy (owsik) oraz włośnice.

Charakterystyka substancji czynnych (s.c.) herbicydów

Herbicydy do zwalczania głównie chwastów dwuliściennych:

Chlopyralid (herbicyd z grupy regulatorów wzrostu)

Selektywny herbicyd o działaniu układowym, zalecany do zwalczania chwastów dwuliściennych (maruna bezwonna, rumiany, rumianki, rdest kolankowaty, rdest plamisty, rdest powojowy, rdest ptasi, żóltlica drobnokwiatowa, ostrożeń polny).

MCPA (herbicyd z grupy fenoksykwasów)

Selektywny herbicyd najskuteczniej zwalczający chwasty w fazie 2–6 liści, powodujący ich deformację, a następnie zamieranie. Chwasty wrażliwe na MCPA: dymnica pospolita, komosa biała, poziomnik szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne.

Asulam (herbicyd z grupy karbaminianów)

Selektywny herbicyd do zwalczania głównie owsa głuchego (2–4 liści). Chwasty wrażliwe: owies głuchy, chwastnica jednostronna, kłosówka wełnista, włośnica zielona. Pobierany przez liście chwastów powoduje ich żółknięcie, a następnie zamieranie.

Herbicydy do zwalczania rocznych i wieloletnich chwastów jednoliściennych:

Fluazyfop-P-butyłowy (graminicyd z grupy inhibitorów syntezy lipidów)

Przeznaczony do zwalczania rocznych i wieloletnich chwastów jednoliściennych. Zalecany do stosowania po wschodach lnu (BBCH 12–14), gdy chwasty jednoroczne jednoliściennne są w fazie 2–4 liści właściwych, a perz właściwy w fazie 4–6 liści. Środek szybko wchłaniany przez liście traw, a następnie przemieszczany do stożków wzrostu pędów i korzeni.

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB

5.1. Najważniejsze choroby

Choroby roślin nie tylko obniżają plony, ale także ich jakość. Najgroźniejsze są te, które powodują zamieranie całych roślin (Kochman 1973; Kwaśna i wsp. 1991). Len jest atakowany przez wiele chorób, nie wszystkie jednak mają duże znaczenie gospodarcze (Czyżewska 1962; Łacicowa i Kiecana 1978). Zasadniczo choroby można podzielić na nieinfekcyjne i infekcyjne.

Choroby pochodzenia nieinfekcyjnego

Choroby nieinfekcyjne to uszkodzenia roślin oraz ich osłabienie. Przeważnie przyczyną są niskie lub zbyt wysokie temperatury, długotrwała susza, gradobicie, nadmiar wilgoci oraz nadmiar lub brak składników pokarmowych. Ważną rolę w uprawie lnu odgrywa prawidłowe nawożenie azotem, fosforem i potasem oraz wapniem. Szczególnie brak potasu powoduje ogólne osłabienie lnu. Natomiast obfite nawożenie potasem zwiększa odporność lnu na choroby pochodzenia grzybowego, a nadmiar azotu zmniejsza odporność na choroby. Ważną rolę w procesie odporności na choroby odgrywają także mikroelementy, takie jak miedź, cynk, bor, mangan, molibden i żelazo. Brak niektórych z wymienionych składników może być przyczyną żółknięcia roślin, występowania plam na liściach, zwyrodnienia systemu korzeniowego, zamierania i opadania liści. Zmiany w wyglądzie lnu i uszkodzenie roślin mogą być spowodowane także niewłaściwym stosowaniem środków ochrony roślin lub ich przedawkowaniem. Dotyczy to szczególnie herbicydów, które należy stosować tylko zgodnie z obowiązującymi przepisami. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia liści (ich zewnętrznych warstw) oraz osłabienia lnu, co sprzyja występowaniu chorób powodowanych przez grzyby i bakterie.

Choroby pochodzenia infekcyjnego

Spśród wielu chorób występujących na lnie kilka może mieć istotne znaczenie gospodarcze. Należą do nich: fuzarioza, antraknoza, szara pleśń, polisporoza, rdza i rizoktonia oraz pasmo. Wszystkie wymienione choroby powodowane są przez grzyby znajdujące się w glebie, na resztkach chorych roślin i w chorych nasionach.

Fuzarioza lnu jest chorobą o największym znaczeniu gospodarczym, ponieważ występuje na terenie całego kraju i powoduje zamieranie lnu na dużych obszarach, w warunkach sprzyjających rozwojowi grzybów z rodzaju *Fusarium*, atakujących len we wszystkich fazach rozwojowych (Czyżewska i Zarzycka 1964; Zarzycka 1973). Warunki te to duża wilgotność i wysoka temperatura oraz błędy agrotechniczne, które czynią każdą roślinę podatną na choroby. Grzyby powodujące chorobę przeważnie znajdują się w glebie na resztkach chorych roślin lub w postaci przetrwalników i przez kilka lat – do siedmiu – nie tracą żywotności (Zaleski i wsp. 1959; Couteaudier i Alabouvette 1990).

W zależności od tego w jakim okresie nastąpi infekcja lnu, choroba może powodować: zgorzel przedwschodową kiełków, zgorzel powschodową siewek oraz fuzaryjne więdnienie i zamieranie całych roślin w dalszych fazach rozwojowych lnu. Często choroba jest przyczyną dyskwalifikacji całej plantacji. Wynikiem jej są duże straty w plonach słomy, nasion i włókna, które jest gorszej jakości. Najczęściej charakterystyczne objawy fuzariozy można zaobserwować w fazie szybkiego wzrostu lnu i tworzenia pąków kwiatowych. Wówczas wierzchołki roślin więdną, całe rośliny brunatnieją i zamierają.

Antraknoza lnu. Przyczyną choroby jest infekcja roślin grzybem *Colletotrichum lini*. Głównym źródłem infekcji są chore nasiona. Rozwojowi grzyba i choroby sprzyja duża wilgotność, kwaśny odczyn gleby, zbyt gęsty siew i późny termin siewu. W Polsce może powodować zamieranie siewek, na których części podliścieniowej pojawiają się pomarańczowoszare plamy. Czasem w późniejszym okresie choroba powoduje usychanie liści i powstawanie brunatnych plam na łodygach.

Szara pleśń. Chorobę powoduje grzyb *Botrytis cinerea*, który znajduje się w glebie w formie przetrwalnikowej oraz w nasionach. Grzyb występuje także na innych gatunkach roślin. Duże ilości opadów i niskie temperatury występujące wczesną wiosną sprzyjają rozwojowi choroby i w tym okresie może dojść do całkowitego zniszczenia siewek oraz młodych roślin, pokrywających się wojłokowatym nalotem grzybni ze sklerocjami.

Mączniak. Czynnikiem chorobotwórczy grzyb *Oidium lini*. W Polsce występuje przeważnie w późnych fazach rozwojowych lnu. Liście i łodygi oraz torebki nasienne chorych roślin pokrywają się mączystym, białym nalotem. Choroba zmniejsza asymilację, gdyż liście opadają w wyniku czego rośliny wcześniej zasychają, co po wytworzeniu torebek nasiennych nie jest tak bardzo szkodliwe. Grzyb zimuje w glebie w formie przetrwalników albo jako grzybnia w nasionach. Zarodniki grzyba przenoszone są z rośliny na roślinę w okresie wegetacji przy pomocy wiatru.

Polisporoza. Zwana jest potocznie brunatnieniem i łamliwością łodyg lnu. Źródłem infekcji jest grzyb *Polyspora lini*, znajdujący się w glebie w resztkach

chorych roślin i w nasionach. W okresie dużej wilgotności powietrza na łodygach chorych roślin występują charakterystyczne owalne, szarobrunatne plamy, które powiększają się, zlewają i powodują brunatnienie oraz łamanie się łodyg u podstawy. Choroba uszkadza włókno, które łatwo się zrywa i trudno je oddzielić od paździerzy.

Rdza lnu. Choroba występuje najczęściej w północnych i północno-wschodnich rejonach Polski. Grzyb – czynnik chorobotwórczy *Melampsora lini* – rozwija się dobrze przy dużej wilgotności powietrza i w niskich temperaturach, w granicach około 16–20°C. Zarodniki zimowe grzyba kiełkują wiosną najlepiej w temperaturze od 8 do 14°C. Pierwsze widoczne objawy choroby to liczne rdzawopomarańczowe skupienia zarodników letnich – uredospor na wszystkich zielonych częściach roślin. Natomiast pod koniec okresu wegetacji na łodygach pojawiają się wydłużone, ciemnobrunatne plamy, lekko wypukłe – są to skupienia zarodników zimowych, tzw. teleutospy. Grzyb przez kilka lat może pozostawać żywotny na resztkach chorych roślin.

Szkodliwość choroby wyraża się nieodwracalnymi zmianami w jakości włókna, które jest w łodydze przebarwione na ciemno i posklejane w miejscach, gdzie rozwijał się grzyb. Utrudnia to prawidłowe rośnienie, powodując dużą zrywalność włókna.

Rizoktonioza. Grzyb *Rhizoctonia solani* rozwija się głównie w częściach dolnych roślin, w okolicy szyjki korzeniowej, powoduje zahamowanie wzrostu i rozwoju lnu, a następnie zasychanie całych roślin często w okresie tworzenia pąków kwiatowych. Grzyb niszczy zewnętrzne warstwy skórki oraz komórki, gdzie tworzy się włókno. Z wystąpieniem tej choroby na lnie należy się liczyć, gdy uprawia się go na glebach piaszczystych, słabych, o odczynie kwaśnym i źle uprawionych, a len wysiano zbyt głęboko i późno.

Pasmo lnu. Choroba nie występuje w Polsce powszechnie, ale stale istnieje duże zagrożenie pojawienia się jej, zwłaszcza w rejonach północno-wschodnich i wschodnich. Choroba powodowana jest przez grzyb *Septoria linicola*, który bardzo łatwo przenoszony jest z rośliny na roślinę i atakuje len we wszystkich fazach rozwojowych. Grzyb nie niszczy rośliny, ale bardzo źle wpływa na proces tworzenia się włókna, które staje się mało wartościowe. Charakterystyczne objawy to brunatne plamy otaczające łodygi. Objawy widoczne są przeważnie w fazie kwitnienia i dojrzewania.

Inne choroby, niemające dużego znaczenia gospodarczego (tab. 9), które mogą wystąpić na lnie to fomoza lnu, której sprawcą jest grzyb *Phoma* sp., askochytoza lnu – czynnik chorobotwórczy – *Ascochyta linicola*, alternarioza lnu powodowana przez grzyby z rodzaju *Alternaria* (*A. linicola*, *A. tenuis*), oraz bakterioza lnu wywołana przez bakterie *Bacillus cerealiom* i porażenia spowodowane przez wirusy.

Tabela 9. Znaczenie chorób lnu włóknistego w Polsce

Choroba	Znaczenie choroby
Fuzarioza lnu sprawca – <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	+++
Antraknoza lnu sprawca – <i>Colletotrichum lini</i>	++
Rdza lnu sprawca – <i>Melampsora lini</i>	++
Septorioza lnu (pasmo) sprawca – <i>Septoria linicola</i>	++
Rizoktonioza lnu sprawca – <i>Rhizoctonia solani</i>	++
Łamliwość łodyg lnu sprawca – <i>Polyspora lini</i>	+
Szara pleśń sprawca – <i>Botrytis cinerea</i>	+
Mączniak lnu sprawca – <i>Oidium lini</i>	+
Fomoza lnu sprawca – <i>Phoma</i> sp.	–
Askochytoza lnu sprawca – <i>Ascochyta linicola</i>	–
Alternarioza lnu sprawca – <i>Alternaria linicola</i> , <i>Alternaria tenuis</i>	+
Bakterioza lnu sprawca – <i>Bacillus cerealium</i>	–
Choroby powodowane przez wirusy	–

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

Nie można skutecznie walczyć z chorobami lnu wtedy, gdy na przeważającej części plantacji widoczne są już wyraźne objawy choroby. Proces chorobowy przebiega przeważnie wcześniej, bardzo szybko i często w początkowym okresie bezobjawowo.

Wszystkie działania sprowadzają się do zapobiegania chorobom i jako takie muszą być ściśle stosowane. Większość z nich wiąże się z przestrzeganiem przepisów dotyczących prawidłowej agrotechniki w celu ograniczenia źródeł infekcji oraz stworzenia warunków do prawidłowego rozwoju lnu. W związku z tym należy:

- len uprawiać na tym samym polu nie częściej niż co 6–7 lat, z zachowaniem prawidłowego płodozmianu, aby zmniejszyć liczbę grzybów chorobotwórczych

- znajdujących się w glebie. W tym celu w zmianowaniu należy uprawiać takie rośliny jak: rzepak, ziemniaki, owies, bobowate wieloletnie,
- jak już wspomniano plantacje lnu nawozić zgodnie z zaleceniami, gdyż nadmiar azotu obniża odporność roślin na choroby, a brak potasu powoduje złe wykształcenie tkanki mechanicznej, co ułatwia wnikanie i rozwój grzybów w roślinach,
 - uprawiać odmiany odporne na choroby, szczególnie na fuzariozę w tym polskie, takie jak: włókniste – Nike, Laura, Artemida, Selenia, Luna, Modran lub Atena (zgodnie z zasadami rejonizacji), oleista odmiana Bukoz oraz z innych państw po sprawdzeniu ich odporności w warunkach polskich,
 - len siał wcześniej, gdyż na przedwiosniu grzyby są mniej aktywne z powodu niskich temperatur, a len im starszy tym bardziej odporny na choroby,
 - wysiewać tylko nasiona zdrowe (kwalifikowane), ze zdrowych plantacji,
 - uwzględniając duży wpływ mikroelementów na zdrowotność lnu opracowano różne metody ich stosowania. Jedną z nich jest zaprawianie nasion nawozami zawierającymi mikroelementy, takimi jak: Florovit albo Polichelat LS-7, Chelat Zn, Chelat Cu i Tytanit,
 - aby zwiększyć odporność lnu na choroby zaleca się stosowanie dodatkowo do listnie w fazie szybkiego wzrostu oraz w okresie tworzenia pąków kwiatowych jednego z niżej wymienionych nawozów z mikroelementami: Chelat Zn lub Chelat Cu, Florogama B, Florogama Bw, Ekosol Z, Ekosol Superkoncentrat lub Insol 4.

Bardzo ważne jest jak najszybsze zaobserwowanie objawów i zdiagnozowanie choroby, zanim porażona zostanie znaczna część plantacji. W tym celu należy prowadzić obserwacje od momentu siewu (tab. 10).

Tabela 10. Cechy diagnostyczne w całym okresie wegetacji ważniejszych chorób lnu włóknistego

Choroba (sprawca choroby)	Cechy diagnostyczne
Fuzarioza lnu (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>)	W zależności od tego, w jakim okresie nastąpi infekcja lnu, choroba może powodować: zgorzel przedwiosnową kielków, zgorzel powschodową siewek oraz fuzaryjne więdnienie i zamieranie całych roślin w dalszych fazach rozwojowych lnu. W przypadku zgorzeli przedwiosnowej kielków, na plantacji obserwuje się placowe zaniki we wschodach lnu. Zainfekowane kielki zamierają w glebie. Więdnięcie siewek występuje około dwa tygodnie po siewie, gdy wrażliwe rośliny wystawione są na działanie wyższych temperatur. Liścienie takich porażonych roślin stają się matowe i miękkie, a ich krawędzie zwinięte. U podstawy hypokotyli i na korzonku można zauważyć przewężenie. Chore siewki chylą się ku ziemi i zamierają. W przypadku cieplej, słonecznej pogody martwe rośliny wysychają, jeśli jednak wystąpią opady, pokrywają się białą grzybnia.

Tabela 10. Cechy diagnostyczne w całym okresie wegetacji ważniejszych chorób lnu włóknistego – cd.

Choroba (sprawca choroby)	Cechy diagnostyczne
Fuzarioza lnu (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>)	Typowe objawy fuzaryjnego wędnięcia występują, gdy rośliny mają około 15 cm wysokości. Początkowo można zaobserwować małe, ciemnozielone lub brązowe plamy na liściach, które później żółkną od krawędzi do środka, a następnie stają się brązowe i powodują zasychanie. Porażone rośliny często mają brązowe smugi, które rozciągają się po jednej stronie łodygi. Obserwuje się wędnięcie roślin od wierzchołkowej części, która charakterystycznie się zwija, przybierając kształt pastorałowy. Na przekroju poprzecznym korzeni i łodyg obserwuje się obecność grzybni w tkankach naczyniowych, które również brązowieją. W przypadku infekcji starszych roślin, na plantacji można zaobserwować pozostające „gołe” łodygi. Czasem rozwój roślin jest jedynie zahamowany. W tym przypadku liście lnu żółkną i opadają przedwcześnie. Pojawiają się wtedy nowe, pozornie zdrowe boczne rozgałęzienia rozwijające się zwykle od pierwszego węzła.
Antraknoza lnu (<i>Colletotrichum lini</i>)	Głównym źródłem infekcji są chore nasiona. W przypadku porażenia przedwiosennych kiełków, podobnie jak przy fuzariozie obserwuje się zaniki we wschodach lnu. Najczęściej jednak obserwuje się porażenie i zamieranie siewek. W części podliścieniowej pojawiają się pomarańczowoszare plamy o średnicy 1–4 mm. Plamy te w późniejszej fazie rozwoju choroby powiększają się i łączą, powodując zahamowanie rozwoju roślin lub ich zamieranie. Niepozorne plamy występują także na korzeniach i łodydze. W późniejszej fazie rozwoju lnu choroba może wpłynąć na zmianę zabarwienia kwiatów. Nasiona z porażonych roślin są mniejsze, pokryte cętkami żółtego koloru (zamiast normalnego koloru brązowego).
Rdza lnu (<i>Melampsora lini</i>)	Pierwsze widoczne „objawy choroby” to liczne rdzawo pomarańczowe skupienia zarodników letnich uredospor na wszystkich zielonych częściach roślin. Uredospy rozrzucone są placowo na powierzchni liści lub łodyg i zwykle mają okrągły kształt o wymiarach 0,3–0,75 mm średnicy. Wokół uredospor można zaobserwować zmiany koloru tkanek zielonych. Pod koniec okresu wegetacji na łodygach pojawiają się wydłużone, ciemnobrunatne plamy, lekko wypukłe – są to skupienia zarodników zimowych, tzw. teleutospy. W przypadku silnego porażenia torebki nasienne nie rozwijają się lub zawierają małe pomarszczone zakażone nasiona. Grzyb przez kilka lat może pozostawać żywotny na resztkach chorych roślin.
Septorioza lnu (pasma) (<i>Septoria linicola</i>)	Na liścieniach porażonych siewek (najczęściej kiełkujących z zainfekowanych nasion), pojawiają się okrągłe zielonkawożółte do ciemnobrązowych plamy. Następnie brązowe przebarwienia pojawiają się na liściach właściwych i łodygach. Na tych przebarwieniach można zaobserwować czarne punkty (piknidia). Tak porażone liście stopniowo zasychają, skręcają się i powodują opadanie w dół całej łodygi. Nowe zmiany, jednak nadal pojawiają się na liściach górnych i dalej na łodydze. We wczesnych stadiach zmiany chorobowe są bardzo słabo widoczne. W trakcie rozwoju i wzrostu rośliny, brązowe plamy wydłużają się i otaczają całą łodygę. Charakterystycznym objawem są przeplatające się brązowe części porażonej łodygi z zielonymi pasmami zdrowej tkanki. Wzór pasm zielonych i brązowych na przemian jest typowym diagnostycznym objawem zewnętrznym septoriozy lnu. Wraz z postępem choroby, liczba piknidiów zwiększa się. W warunkach polowych, choroba staje się widoczna dopiero w fazie kwitnienia. Zmiany mogą również pojawiać się na kielichach i pąkach kwiatowych. Zakażone pąki kwiatowe nie rozwijają się, usychają i pokryte piknidiami opadają. Nasiona z zakażonych torebek nasiennych pokryte są niebieskawobiałym nalotem.

Tabela 10. Cd.

Choroba (sprawca choroby)	Cechy diagnostyczne
Rizoktonioza lnu (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Grzyb <i>Rhizoctonia solani</i> rozwija się głównie w częściach dolnych roślin, w okolicy szyjki korzeniowej, powoduje zahamowanie wzrostu i rozwoju lnu, a następnie zasychanie całych roślin (stają się brązowe) – najczęściej w okresie tworzenia się pąków kwiatowych. Grzyb niszczy zewnętrzne warstwy skórki oraz komórki, z których tworzy się włókno.
Łamliwość łodyg lnu (<i>Polyspora lini</i>)	Pierwsze objawy można zaobserwować już na siewkach. Na liścieniach rozwijają się jasnoszare do brązowych okrągłe plamy, z ciemną otoczką. W dalszym etapie porażenie rozprzestrzenia się na łodygi, liście, a później torebki nasienne. Brązowe plamki często łączą się tworząc wydłużone smugi, nadając roślinie brązowy kolor. Ta faza choroby nazywa się brązowieniem i może obejmować cały obszar uprawy. Chore, brązowe liście mogą opadać na ziemię lub pozostać przyczepione do łodygi. We wczesnej fazie rozwoju choroby, zakażenie rozprzestrzenia się na łodygach, wokół węzłów. Brązowe plamy łączą się wokół węzła i powodują łamanie łodygi. Podczas suchej pogody skórka często pęka wzdłuż łodygi. Przez te pęknięcia bardzo łatwo mogą wnikać do rośliny inne patogeny np. gatunki <i>Fusarium</i> . Rośliny, które mają silnie rozwiniętą tkankę okrywową i nie ulegną złamaniu rozwijają się dalej. Są one jednak niższe, brązowe i szybciej dojrzewają, wydając porażone nasiona. Torebki nasienne porażonych roślin przedwcześnie same się otwierają.
Szara pleśń (<i>Botrytis cinerea</i>)	Objawy choroby mogą wystąpić we wszystkich fazach rozwoju rośliny. Na liściach i pędach, a później także kwiatostanach pojawiają się jasnobrązowoszare, wołokowate plamy. Główny pęd chorej rośliny często cały otoczony jest brązowymi plamami rozciągającymi się wzdłuż do kilku centymetrów długości. Porażone rośliny są słabe, niskie i wytwarzają boczne pędy, które również pokryte są szarymi owalnymi nekrotycznymi plamami.
Mączniak lnu (<i>Oidium lini</i>)	Małe białe mączne plamy pojawiają się na górnej powierzchni liści. Plamy te szybko się powiększają i pokrywają całą powierzchnię liści, łodyg, kwiatów i w końcu torebek nasiennych.
Alternarioza lnu (<i>Alternaria linicola</i> , <i>Alternaria tenuis</i>)	Typowym objawem choroby jest nie otwieranie się pąków kwiatowych. Pojawiają się ciemne plamki w pobliżu podstawy kielicha, plamy powiększają się i rozsiewają na całej wieszce. W rezultacie porażone kwiatostany są dużo mniejsze od zdrowych i całkowicie pokryte grzybnia. W takim przypadku bardzo często opadają całe pąki. Kiedy infekcja odbywa się tuż po zapłodnieniu zalążka, torebki nasienne rozwijają się nadal, ale są dużo mniejsze od zdrowych. Torebki nasienne pokryte są brązowymi plamami. Nasiona w porażonych torebkach są zniekształcone i małe. Gdy choroba atakuje liście, pojawiają się na nich nieregularne brązowe ciemne plamy, które dalej rozciągają się i porażają łodygi. Liście zasychają i skręcają się.

Najistotniejszym czynnikiem jest stosowanie czystego materiału siewnego, wolnego od grzybów (Tylkowska i wsp. 2007). Większość chorób lnu przenoszonych jest często właśnie poprzez porażone nasiona. Wybór zdrowych nasion może zapobiec wystąpieniu fuzaryjnej przedwschodowej i powschodowej zgorzeli siewek, antraknozy, septoriozy lnu, łamliwości łodyg lnu czy alternariozy lnu.

Ponadto ze zdrowych, wolnych od patogenów nasion uzyskuje się silne, prawidłowo rozwinięte kielki i dalej rośliny, które posiadają wyższą odporność na porażenie przez patogeny znajdujące się w glebie czy przenoszone przez wiatr w trakcie trwania wegetacji.

5.2. Niechemiczne metody ochrony

Najskuteczniejszą metodą ograniczenia wystąpienia na plantacji lnu grzybów chorobotwórczych i powodowanych przez nie chorób, jest połączenie wszystkich dostępnych metod ochrony tej rośliny. W integrowanej ochronie, podstawowymi metodami zwalczania chorób są metody niechemiczne. Jedną z nich jest metoda agrotechniczna. Nie można skutecznie walczyć z chorobami lnu wtedy, gdy na przeważającej części plantacji widoczne są już wyraźne objawy choroby. Proces chorobowy przebiega przeważnie wcześniej, bardzo szybko i często w początkowym okresie bezobjawowo. Wszystkie działania, szczególnie w integrowanej metodzie uprawy, sprowadzają się do zapobiegania wystąpienia objawów chorobowych i jako takie muszą być ściśle stosowane. Większość z nich wiąże się właśnie z przestrzeganiem prawidłowej agrotechniki. Prawidłowe zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne wpływają w dużej mierze na wyeliminowanie bądź ograniczenie do minimum wystąpienia czynników chorobotwórczych. Właściwie wykonane w odpowiednim terminie zabiegi, nie tylko eliminują źródło infekcji, ale również zapewniają prawidłowy rozwój rośliny, a co za tym idzie uzyskanie wyższych plonów.

Bardzo ważne w uprawie lnu jest zachowanie prawidłowego płodozmianu (Łacicowa i Machowicz-Stefaniak 1983; Łacicowa i wsp. 1983). W celu zmniejszenia liczby grzybów chorobotwórczych znajdujących się w glebie (ich form przetrwalnikowych), **len można uprawiać na tym samym polu nie częściej niż co 6–7 lat**. W zmianowaniu zalecana jest uprawa takich roślin, jak: rzepak, ziemniaki, owies, pszenżyto czy rośliny bobowate wieloletnie (działające fitosanitarnie). Bardzo ważne jest odpowiednie stosowanie nawozów. Prawidłowe dokarmianie roślin ogranicza występowanie chorób (Häni i wsp. 1998). Plantacje lnu należy nawozić zgodnie z zaleceniami, gdyż nadmiar azotu obniża odporność roślin na choroby, a brak potasu powoduje złe wykształcenie tkanki mechanicznej, co ułatwia wnikanie i rozwój grzybów w roślinach (Zarzycka 1977). Dokarmianie lnu poprzez dolistne lub donasienne dostarczenie takich mikroelementów, jak Zn, Cu, Ti wpływa na ograniczenie porażenia roślin przez grzyby patogeniczne. Mikroelementy te odgrywają ważną rolę w odporności roślin na choroby. Biorą udział w procesach enzymatycznych i detoksykacji mykotoksyn (Sójkowski 1971). Zatoranie lub usunięcie resztek poźniwnych spowoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa przenoszenia infekcji na kielkujące rośliny. Duże znaczenie dla porażenia lnu przez choroby ma termin siewu. Len należy siać wcześniej (nie później niż

w połowie kwietnia), gdyż na przedwiośniu grzyby są mniej aktywne z powodu niskich temperatur, a len im jest starszy tym bardziej odporny na choroby.

Podczas zbioru lnu ważne jest aby rośliny, szczególnie na plantacjach nasien-nych, nie leżały po ścięciu na polu, gdyż nasiona w torebkach nasiennych dotyka-jąc ziemi narażone są na porażenie przez grzyby dogłębowe.

Metoda hodowlana

Metoda hodowlana opiera się na uprawie odmian odpornych na choroby, bądź gdy takich nie ma, odmian tolerancyjnych (Andruszowska i wsp. 1998). W in-tegrowanej ochronie lnu, metoda hodowlana odgrywa bardzo ważną rolę, gdyż dzięki hodowli odpornościowej, prowadzonej od wielu lat w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, istnieją odmiany bardzo odporne na fuzariozę, obecnie najgroźniejszą chorobę lnu w Polsce.

Uprawa odmiany bardzo odpornej na tę chorobę zmniejsza prawdopodobień-stwo wystąpienia fuzariozy do kilku procent. Odpowiednia agrotechnika wraz z uwzględnieniem rejonizacji upraw i w połączeniu z wyborem odmiany bardzo odpornej oraz sprzyjające warunki pogodowe mogą wykluczyć wystąpienie fuza-riozy lnu. Nie istnieją odmiany lnu całkowicie odporne na fuzariozę, lecz wyka-zujące wysoką odporność (powyżej 95%). Obecnie Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich posiada 8 odmian lnu włóknistego i jedną odmianę lnu ole-istego, które są bardzo odporne na fuzariozę. Na plantacjach, gdzie wysiane są od-miany bardzo odporne, jeśli nawet obserwuje się wystąpienie objawów chorobo-wych, to występują one w tak niskim nasileniu, że nie wymagane jest zwalczanie metodami chemicznymi i nie mają one wpływu na stratę plonów.

Metody niechemiczne dotyczą ochrony plantacji metodami biologicznymi oraz mechanicznymi. Choć metody te nie są rozpowszechnione, jednak wskaza-ne w integrowanej ochronie lnu przed chorobami. Zastosowanie powschodowo zabiegu opryskiwania roślin preparatami znajdującymi się na liście produktów dozwolonych do stosowania w uprawie ekologicznej, zawierającymi substancje biologiczne bądź organiczne, skutecznie hamuje rozwój niektórych chorób lnu. Kolejną metodą niechemiczną jest mechaniczne usuwanie i niszczenie chorych roślin (Fiedorow i wsp. 2004). Wykorzystanie tej metody na plantacjach lnu jest możliwe tylko w przypadku niewielkiego arealu uprawy.

5.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

W uprawach z zastosowaniem integrowanych metod ochrony, stosowanie środka chemicznego jest tylko uzupełnieniem wcześniej omówionych metod. Bardzo ważna jest w tym przypadku znajomość progów szkodliwości ważniejszych cho-rób lnu. To znaczy, że zastosowanie fungicydu ma miejsce wtedy, gdy stwierdzi się

takie nasilenie choroby, które wskaże na minimalne przekroczenie orientacyjnego progu ekonomicznej skuteczności. Jest to trudne do zaobserwowania w przypadku chorób lnu, które porażają nasiona w glebie. Dlatego też w tym przypadku największe znaczenie odgrywa wpływ oraz stopień szkodliwości danej choroby na spodziewany plon oraz jego jakość (tab. 11).

Tabela 11. Orientacyjne progi szkodliwości ważniejszych chorób lnu

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Fuzarioza lnu	w fazie kiełkowania–wschodów	5–10% powierzchni z zanikami wschodów
	w fazie szybkiego wzrostu lnu	5–10% roślin porażonych
	w fazie kwitnienia	10–20% roślin porażonych
Antraknoza	w fazie kiełkowania–wschodów	15–20% porażonych siewek
	w fazie zielonej dojrzałości torebek nasiennych	20–25% porażonych roślin
Septorioza (pasma) lnu	na plantacjach lnu włóknistego w celu uzyskania włókna wysokiej jakości, nasiona lnu należy zawsze zaprawić, jeśli istnieje prawdopodobieństwo porażenia nasion grzybem <i>Septoria linicola</i>	
Rizoktonioza lnu	w fazie szybkiego wzrostu lnu	15–20% porażonych roślin
Łamliwość łodyg lnu	w fazie szybkiego wzrostu lnu	15–20% porażonych roślin
	w fazie kwitnienia i zawiązywania torebek nasiennych	10–15% porażonych roślin
Szara pleśń	w fazie kiełkowania–wschodów	15–20% porażonych siewek
	w fazie szybkiego wzrostu lnu	15–20% porażonych roślin
Mączniak	w fazie kwitnienia	15–20% powierzchni liści pokryte białym nalotem
	w fazie szybkiego wzrostu lnu	15–20% roślin z objawami choroby
Alternarioza	w fazie kwitnienia i zawiązywania torebek nasiennych	10–15% roślin porażonych
	w fazie kwitnienia	15–20% porażonych roślin

5.4. Systemy wspomagania decyzji

W podjęciu decyzji o zastosowaniu środka ochrony roślin, dawki oraz sposobu aplikacji wspomogą plantatora specjalistyczne jednostki naukowo-badawcze. Głównym ośrodkiem, zajmującym się kompleksowo, integrowanymi metodami uprawy i ochrony lnu w Polsce, jest Instytut Włókien Naturalnych i Roślin

Zielarskich w Poznaniu, którego specjaliści udzielają porad w wymienionym zakresie (adres strony internetowej: www.iwnirz.pl). Ochroną wszystkich roślin uprawnych zajmuje się Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu (IOR – PIB) (adres strony internetowej: www.iorpib.poznan.pl), który wydaje Zalecenia Ochrony Roślin dotyczące zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych.

5.5. Chemiczne metody ochrony

Większość ważniejszych chorób lnu ma pochodzenie odglebowe, czyli infekcja zaczyna się poprzez porażenie wysianych nasion (fuzarioza siewek, pasmo lnu, łamliwość łodyg, antraknoza). Procesu tego nie można zaobserwować i stwierdzić w jakim stopniu nasiona lnu uległy porażeniu. Pierwszym widocznym objawem są występujące placowo zaniki wschodów bądź też zamierające siewki. W tym momencie jest już często za późno na zahamowanie procesu porażenia plantacji. Dlatego też zarówno w uprawach konwencjonalnych, jak i integrowanych, wskazane jest zaprawianie nasion lnu przed siewem zalecanym fungicydem (Andruszowska i Wysakowska 1996; Korbas i wsp. 2012). Len jest rośliną małoobszarową i w związku z tym producentom środków ochrony roślin do tej pory nie opłacała się rejestracja środków do ochrony tej rośliny. Aktualne Zalecenia Ochrony Roślin (wydawane przez IOR – PIB) nie wymieniają żadnego preparatu do stosowania w ochronie lnu przed chorobami. Jednakże obecnie istnieje możliwość złożenia wniosku o rozszerzenie zakresu zezwolenia na zastosowania małoobszarowe środka ochrony roślin w trybie art. 51 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego dyrektywę Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz.U. UE L 309 z dn. 24.11.2011 r.). Z wnioskiem takim mogą wystąpić: posiadacz zezwolenia, podmioty naukowe lub państwowe zajmujące się sprawami rolnictwa, branżowe organizacje rolnicze lub użytkownicy profesjonalni. Wzór wniosku oraz instrukcja postępowania podczas rejestracji znajduje się na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacjebranzowe/Produkcja-roslinna/Ochrona-roslin>. Zaprawa nasienna, zalecana do stosowania w ochronie lnu do 2011 roku zawierała w swym składzie karbendazym i tiuram. Zaprawianie nasion tym preparatem ograniczało występowanie takich chorób, jak fuzarioza, rizoktonioza czy antraknoza. Preparaty dolistne, które były stosowane w ochronie lnu przed objawami fuzariozy bądź antraknozy, również zawierają karbendazym i tiuram.

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

W uprawie lnu szkodniki owadzie to stosunkowo niewielka grupa gatunków, zwykle o kosmopolitycznym zasięgu, z których niewielka część to wyspecjalizowane monofagi lnu oraz liczniejsza grupa gatunków polifagicznych, okazjonalnie wykorzystujących len jako roślinę pokarmową. Straty powodowane przez owady zależą zwykle od uwarunkowań lokalnych i mają na nie istotny wpływ warunki klimatyczne. Nie bez znaczenia są także odniesienia historyczne, związane z ciągłością uprawy lnu w danym regionie. Przykładem może tu być zwójka lnianeczka (*Cochylis epilina* Duponchel, 1842) notowana w latach powojennych jako istotny szkodnik lnu, który po znacznym ograniczeniu arealu uprawy tej rośliny zniknął z większości stanowisk i od wielu lat nie był w Polsce odnotowany. Obecnie największe straty w produkcji lnu powoduje kilka gatunków chrząszczy z rodziny stonkowatych (pchełki) oraz przylżeńce (wciornastki).

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Pchełki lnowe – *Aphthona euphorbiae* (Schrank, 1781), *Aphthona pygmaea* (Kutschera, 1861)

Obydwa gatunki są zewnętrznymi bardzo do siebie podobne i ich odróżnienie w warunkach polowych jest praktycznie niemożliwe. Dorosłe pchełki to niewielkie chrząszcze, długości 2–3 mm. Ciało jest owalne i silnie wysklepione, barwy ciemnogramatowej z metalicznym połyskiem, pokrywy z drobnymi regularnie rozłożonymi wgłębieniami. Nogi są jaśniejsze, barwy czerwono-brązowej, trzecia para ma wyraźnie zgrubiałe uda i jest skoczna. Larwy są białe z żółtawą głową, z trzema parami nóg na tułowiu i wydłużonym odwłokiem.

Zimują dorosłe chrząszcze, zwykle poza uprawami, w leśnej ściółce. Dorosłe osobniki pojawiają się wczesną wiosną, gdy temperatura powietrza osiągnie 9–12°C, a temperatura powierzchniowej warstwy gleby 11°C. Początkowo chrząszcze żerują na różnych roślinach. Na uprawy lnu przelatują w momencie pojawienia się siewek. Samice składają po 1–3 jaja do gleby w pobliżu siewki, płodność jednej samicy wynosi około 300 jaj. Po upływie około miesiąca pojawiają się postaci dorosłe, które mogą żerować na rozwiniętych roślinach lnu, zjadając liście, łodygi i rozwijające się torebki nasienne.

Długostopka Inowa – *Longitarsus parvulus* (Paykull, 1799)

Niewielki chrząszcz długości około 2 mm. Ciało jest owalne, mocno wysklepione, barwy ciemnobrązowej z metalicznym połyskiem. Nogi są jaśniejsze niż reszta ciała, trzecia para ma zgrubiałe uda i jest skoczna. Dodatkowo pierwszy człon stopy trzeciej pary nóg jest wydłużony, co dało początek zarówno polskiej, jak i łacińskiej nazwie rodzaju. Biologia zbliżona do opisanych wyżej gatunków pchełek.

Szkodliwość

Najbardziej niebezpieczne jest żerowanie dorosłych chrząszczy na siewkach i młodych roślinach lnu. W wypadku masowego pojawu osobników dorosłych mogą one doprowadzić do całkowitego zniszczenia plonu. Rośliny z uszkodzonymi liścieniami słabiej rosną i dają gorszej jakości włókno oraz mniejszy plon nasion. Żerowanie larw na korzeniach roślin wydaje się nie mieć ekonomicznie istotnego znaczenia, choć według niektórych autorów mogą one również powodować straty w plonie. Chrząszcze po przepoczwarczeniu mogą przed opuszczeniem plantacji uszkadzać dojrzewające rośliny, powodując jednak zwykle mało istotne straty.

Zwalczanie

Właściwa agrotechnika pozwalająca na szybki wzrost młodych roślin ogranicza straty powodowane przez pchełki. Można także stosować przyspieszony lub opóźniony siew roślin. Dodatkowo na brzegach pól, które są najbardziej narażone na atak chrząszczy, warto zastosować zagęszczony siew. W doborze odmianowym polecane są rośliny szybko rosnące. W ochronie chemicznej najlepsze efekty przynosi zaprawianie nasion. Opryskiwanie chemiczne stosuje się wyłącznie na młode siewki (do wysokości około 3 cm) w wypadku masowego pojawu chrząszczy. Próg ekonomicznej szkodliwości dla pchełek: 5–10 owadów/m².

Wciornastki – wciornastek Inowiec (*Thrips lini* Ladureau, 1878), wciornastek kalarepowiec (*Thrips angusticeps* Uzel, 1885)

Na lnie w naszym kraju może żerować wiele gatunków wciornastków, jednak znaczenie ekonomiczne mają głównie dwa wymienione wyżej gatunki. Wciornastek Inowiec jest gatunkiem oligofagicznym, związanym z lnami, natomiast wciornastek kalarepowiec to szeroki polifag notowany, oprócz lnu, na wielu innych gatunkach roślin. Dorosłe wciornastki to niewielkie (długości około 1 mm), wydłużone owady o wąskich skrzydłach obwiedzionych długą strzępiną. Ciało jest barwy ciemnej – od brązowej po prawie czarną. Postaci larwalne zbudowane są podobnie do form dorosłych, od których różnią się brakiem skrzydeł i w wypadku niektórych gatunków ubarwieniem ciała.

Formą zimującą są osobniki dorosłe w glebie. W wypadku wciornastka kalarepowca formy zimujące mają skrócone skrzydła. Wychodzenie wciornastków z zimowisk następuje wtedy, gdy gleba dostatecznie się ogrzeje i trwa najczęściej

od połowy kwietnia do końca maja. U obu gatunków rozwijają się zwykle 2 pokolenia w ciągu roku.

Szkodliwość

Najbardziej niebezpieczne jest dla lnu żerowanie wciornastków w początkowej fazie wzrostu. Wysysanie soków z roślin oraz toksyczne właściwości śliny powodują nadmierne krzewienie i skrócenie roślin, co jest szczególnie niekorzystne w wypadku lnu włóknistego. Żerowanie drugiego pokolenia nie jest już tak groźne, jednak w przypadku żerowania na pączkach, kwiatach i zawiązujących się owocach może przynieść spadek w plonie nasion.

Zwalczanie

Przyspieszony wysiew lnu oraz stosowanie odmian szybko i silnie rosnących ogranicza straty powodowane przez wciornastki. Przeciwno wciornastkom stosuje się opryskiwanie chemiczne środkami o działaniu systemicznym. Pierwszy zabieg należy wykonać w przypadku masowego pojawu form dorosłych po przezimowaniu. Nalot ten może być monitorowany z użyciem żółtych lub niebieskich tablic lepowych. Najczęściej jednak zwalcza się wciornastki w przypadku liczego pojawu larw pierwszego pokolenia, co zwykle przypada na przełom maja i czerwca. W celu stwierdzenia obecności wciornastków na roślinie potrząsa się stożkami wzrostu nad białą kartką papieru. Za próg szkodliwości przyjmuje stwierdzenie 2 wciornastków na 10 roślin.

Inne gatunki szkodników lnu

Zwójka lnianeczka – *Cochylis epilnana* Duponchel, 1842

Dorośle zwójki to niewielkie motyle o wąskich, jasnych skrzydłach, których rozpiętość sięga 15 mm. Ze względu na znaczne zewnętrzne podobieństwo do niektórych przedstawicieli rodziny, pewne oznaczenie wymaga sprawdzenia budowy aparatów kopulacyjnych. Formą szkodliwą są niewielkie gąsienice, które żerują wewnątrz torebek nasiennych wyjadając rozwijające się nasiona. Liczba pokoleń jest zależna od uwarunkowań klimatycznych – w naszym kraju rozwijają się zwykle 2 generacje – na Ukrainie 3. Gąsienice przy liczonym pojawie mogą wyrządzać znaczne straty w plonie nasion. Ostatnie sprawdzone informacje o występowaniu tego gatunku w Polsce pochodzą z lat 70. XX wieku. Po znacznym ograniczeniu areалу uprawy lnu, gatunek ten najprawdopodobniej wycofał się z naszego kraju. Istnieje jednak prawdopodobieństwo przetrwania lokalnych populacji tego gatunku rozwijających się na dziko rosnących gatunkach lnu, które w sprzyjających warunkach mogą ponownie zasiedlić uprawy. Na lnie mogą także żerować gąsienice kilku polifagicznych gatunków zwójkowatych należących do rodzaju *Cnephasia*. Sprzedają one szczytowe części roślin i zjadają liście, pąki, kwiaty oraz torebki nasienne lnu (fot. 1).



Fot. 1. Sprzędzone liście lnu przez gąsienicę zwójki (fot. P. Strażyński)

Błyszczka jarzynówka – *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758)

Rozpiętość skrzydeł dorosłych motyli wynosi 35–45 mm. Ich ubarwienie jest ciemne, a cechą charakterystyczną jest srebrzysta plama w kształcie litery gamma (γ) na środku przedniego skrzydła, od której pochodzi łacińska nazwa gatunku. Jaja owalne, jasne z wyraźnym żeberkowaniem. Gąsienice prawie jednobarwne, żółtozielone do zielonych, w końcowych stadiach osiągające długość do 40 mm. Pierwsze pokolenie przylatuje do nas z południa Europy. Samice składają od 500 do nawet 1500 jaj na wielu gatunkach roślin, zarówno zielnych, jak i drzewiastych. Gąsienice żerują na liściach i innych zewnętrznych częściach roślin. W ciągu roku w naszych warunkach klimatycznych rozwijają się dwa pokolenia. Zasiedlaniu lnu przez gąsienice błyszczek oraz innych polifagicznych gatunków sówkowatych, sprzyja zachwaszczenie, gdyż niektóre gatunki chwastów są bardziej atrakcyjne jako rośliny pokarmowe. Po ich zjedzeniu gąsienice mogą przechodzić na rośliny lnu, przy licznych pojawie powodując znaczne straty.

Komarnicowate – komarnica błotniarka (*Tipula paludosa*, Meigen, 1830) i komarnica warzywna (*T. oleracea* Linnaeus, 1758)

Dorosłe muchówki przypominają pokrojem ciała olbrzymie komary – rozpiętość ich skrzydeł dochodzi do 30 mm. Charakterystyczne są także bardzo długie nogi i wąski odwłok. Samice składają jaja do ziemi, wyraźnie preferując gleby wilgotne i zasobne w substancje organiczne. Larwy są beznogie, barwy szaroziemistej, z charakterystycznymi wyrostkami na końcu odwłoka. Żerują na podziemnych częściach

roślin, mogą również zjadać kielkujące nasiona i ścinać młode siewki. W zależności od gatunku w ciągu roku rozwijają się 1–2 pokolenia. Szkody wyrządzane przez komarnice mogą być istotne w lata bardzo wilgotne oraz lokalnie w miejscach, gdzie uprawy lnu sąsiadują z terenami podmokłymi, np. wilgotnymi łąkami lub pastwiskami. Zabiegi agrotechniczne, np. jesienna orka oraz osuszanie gleby, znacznie ogranicza liczebność larw. Naturalnymi wrogami komarnic są niektóre gatunki ptaków, np. szpaki, które aktywnie poszukują znajdujących się pod ziemią larw.

Mszyce – Aphididae

Dorosłe mszyce to niewielkie owady, których długość zwykle nie przekracza kilku mm. Nog i czułki są długie, na odwłoku znajdują się dwa wyrostki zwane syfonami. W cyklu rozwojowym mszyc pojawiają się zarówno formy uskrzydłone, jak i bezskrzydłe. Ubarwienie jest różnorodne, od gatunków jasnozielonych po czarne, może być też zmienne w obrębie gatunku. Na lnie może rozwijać się przynajmniej kilka gatunków mszyc, głównie polifagicznych. Szkodliwe są zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe, wysysające soki z różnych części roślin. Szczególnie niekorzystnie wpływa to na rośliny lnu w okresie suszy i stresu wodnego. Przy nasileniu występowania mszyc w granicach 50 osobników na roślinę, plon nasion może spaść o około 20%. W ograniczeniu liczebności mszyc bardzo istotna jest dbałość o różnorodność biologiczną i ochronę pożytecznej entomofauny, która w naturalny sposób ogranicza ich liczebność.

6.2. Niechemiczne metody ochrony

Niechemiczne metody ochrony lnu są związane przede wszystkim z właściwą agrotechniką. Właściwe przygotowanie gleby pod siew i stworzenie optymalnych warunków dla wzrostu młodych roślin może znacząco ograniczać straty, ponieważ siewki są szczególnie podatne na uszkodzenia. W zależności od uwarunkowań lokalnych istotne jest także dobranie odpowiedniego terminu siewu, jego przyspieszenie lub opóźnienie, którego celem jest uniknięcie narażenia młodych roślin na intensywne żerowanie szkodników. Istotne jest także ograniczanie zachwaszczenia – dla wielu gatunków polifagicznych len jest stosunkowo mało atrakcyjną rośliną pokarmową. Występujące w zasiewach chwasty mogą być zasiedlane przez szkodniki, które po ich zjedzeniu rozpoczynają żerowanie na lnie. Specyficzne dla poszczególnych gatunków niechemiczne metody ograniczania powodowanych przez nie strat zostały podane przy ich charakterystyce.

6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Progi szkodliwości są podstawą do wykonania zabiegów ochronnych. W uprawie lnu podstawową metodą jest lustracja polowa, istotna zwłaszcza dla młodych

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

Progi szkodliwości zostały opracowane jedynie dla najistotniejszych szkodników lnu, jakimi są pchełki i wciornastki. Metody ich ustalania i wartości liczbowe zostały podane przy opisie tych gatunków.

6.4. Systemy wspomagania decyzji

Z uwagi na niewielki areał uprawy lnu jego szkodniki nie są objęte ogólnopolskim monitoringiem. Informacje o uprawie lnu, jego agrofagach oraz polecanych odmianach można uzyskać kontaktując się z Instytutem Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich. W przypadku szkodników wielożernych, stanowiących zagrożenie dla upraw lnu, cennym źródłem informacji jest Platforma Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl), prowadzona przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu.

6.5. Chemiczne metody ochrony

W integrowanej ochronie roślin metody chemiczne zalecane są w ostateczności, a ich zastosowanie powinno mieć miejsce w przypadku przekroczenia progu ekonomicznej szkodliwości. Gdy progi te nie zostały ustalone, zabieg należy wykonać w wypadku dużego nasilenia występowania szkodnika, które może spowodować straty istotne ekonomicznie. Szczególnie ważna jest ochrona młodych roślin, kiedy to może dochodzić do najpoważniejszych uszkodzeń. Obecnie wszystkie insektycydy zarejestrowane do chemicznej ochrony lnu mają dopuszczone zastosowanie małoobszarowe. Substancje czynne występujące w tych środkach to acetamipryd, beta-cyflutryna, cypermetryna i lambda-cyhalotryna. Wszystkie te środki w zakresie rejestracji mają zwalczanie pchełki lnowej, długostopki lnowej, wciornastka kalarepowca i wciornastka lnowca. Należy pamiętać, że zawsze podstawą do wykonania zabiegu jest etykieta.

7. INTEGROWANA OCHRONA MAGAZYNÓW

Całe nasiona lnu, z uwagi na twardą okrywę nasienną mogą być niszczone jedynie przez nieliczne gatunki szkodników magazynowych. Pewne szkody mogą powodować różne gatunki owadów, głównie chrząszcze i motyle, ale również roztocze oraz większe zwierzęta, takie jak gryzonie i ptaki.

Z gromady owadów na całych nasionach lnu mogą rozwijać się chrząszcze trojszyków: gryzącego (*Tribolium castaneum*) oraz ulca (*Tribolium confusum*), spichrzeli: surynamskiego (*Oryzaephilus surinamensis*) oraz orzechowca (*Oryzaephilus mercator*) (Sinha 1972) oraz skórka zbożowego (*Trogoderma granarium*) (Lindgren i wsp. 1955). Jednak w przypadku ostatniego, wymienionego gatunku inne badania nie potwierdzają, aby całe nasiona lnu były odpowiednie dla rozwoju tego chrząszcza (Strong i wsp. 1959). Z rzędu chrząszczy jako szkodnika nasion magazynowanego lnu podawany jest również rozplaszczyk rdzawy (*Cryptolestes ferrugineus*), jednak rozwija się on na nich w ograniczonym zakresie (Sinha 1972). W magazynach nasion lnu można odnaleźć też nieliczne gatunki motyli z rodzin omacnicowatych (Pyralidae) i molowatych (Tineidae), które odławiane bywają w pułapki lepowe, jednak najprawdopodobniej zasiedlają one uszkodzone nasiona (informacje ustne od pracowników magazynów z nasionami lnu). W produktach wytworzonych z rozdrobnionych nasion lnu rozwijać się może i niszczyć je szereg gatunków typowych dla zaniedbanych magazynów zbożowych, młynów i źle zabezpieczonych przed szkodnikami zakładów przetwarzających produkty zbożowe. Oprócz wymienionych wcześniej owadów, w produktach przemiału lnu można odnaleźć wołki: zbożowego (*Sitophilus granarius*), ryżowego (*Sitophilus oryzae*) i kukurydzowego (*Sitophilus zeamais*), kapturnika zbożowego (*Rhyzopertha dominica*), żywiaka chlebowca (*Stegobium paniceum*), mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*), a także chrząszcze z rodziny skórnikowatych odżywiające się ciałami innych, martwych owadów.

Ważną grupę szkodników, która daje o sobie znać przy podniesionej wilgotności stanowią roztocze magazynowe należące do dwóch rodzin: rozkruszkowatych (Acaridae) i roztoczkowatych (Glycyphagidae).

Owady oraz roztocze – szkodniki magazynowe mogą powodować straty w postaci:

- utraty masy nasion lnu, wyjadając ich wnętrza,
- zanieczyszczając surowiec wylinkami, odchodami, martwymi ciałami, przędzą oraz różnego rodzaju wydzielinami np. toksycznymi dla ludzi i zwierząt benzochinonami w przypadku chrząszczy z rodziny czarnuchowatych (Tenebrionidae) lub intensywnie pachnącymi feromonami (np. kapturnik zbożowy),

- zanieczyszczenia niektórych gatunków owadów (np. larw chrząszczy z rodziny skórnikowatych) oraz roztoczy mogą być przyczyną chorób układu oddechowego ludzi i zwierząt.

Aktywność owadów powoduje lokalny wzrost temperatury i wilgotności magazynowanego surowca, co często dodatkowo sprzyja ich rozwojowi oraz stwarza warunki dla gatunków o wyższych wymaganiach rozwojowych. Wzrost wilgotności i temperatury nasion często powoduje też wzrost aktywności mikroorganizmów, takich jak grzyby i bakterie, które dodatkowo mogą niszczyć surowiec oraz skażać go produktami przemiany materii, takimi jak mykotoksyny.

Istotną grupą szkodników magazynowych są kręgowce, a wśród nich gryzonie i ptaki. Mogą one powodować znaczne szkody przez zjadanie nasion lnu i zanieczyszczając surowiec odchodami, sierścią i piórami. Są one też wektorami licznych, groźnych dla ludzi i zwierząt patogenów powodujących choroby.

W magazynach lnu oprócz szkodników mogą pojawiać się również ich wrogowie naturalni: drapieżniki i parazytoidy, np. pluskwiaki z rodzaju *Xylocoris*, należące do rodziny dziubałkowatych, które polują na larwy, jak i owady dorosłe chrząszczy oraz motyli magazynowych. Parazytoidy to najczęściej drobne błonkówki pasożytujące w jajach lub w larwach chrząszczy i gąsienicach motyli szkodników magazynowych (Hagstrum i wsp. 2013). Do wrogów naturalnych roztoczy magazynowych należy m.in. roztocz sierposz rozkruszkowiec (*Cheyletus eruditus*), który może skutecznie ograniczać liczebność rozkruszków. Działalność wrogów naturalnych szkodników magazynowych jest korzystna i może ograniczyć szkody powodowane przez szkodniki magazynowe, jednak jej efekty widoczne są dopiero po pewnym czasie, a ich martwe ciała, odchody i wylinki pozostają w magazynowanym surowcu stanowiąc istotne zanieczyszczenie.

NAJWAŻNIEJSZE SZKODNIKI W MAGAZYNACH LNU

Roztocze

Roztocze (Acarina) należą do gromady pajęczaków (Arachnida). Występują one powszechnie w różnych środowiskach. Niektóre z nich powodować mogą poważne straty w magazynach, są to głównie gatunki należące do dwóch rodzin: rozkruszkowatych (Acaridae) (fot. 2) i roztoczkowatych (Glycyphagidae) (Boczek 1966; Boczek i Błaszak 2016). Należą one do szkodników wtórnych i rozmnażają się masowo, gdy wilgotność w przechowywanych nasionach wzrośnie. Nieco mniejszy wpływ na ich rozwój ma temperatura otoczenia. Niektóre gatunki mogą rozwijać się nawet w temperaturze od 3°C, jednak rozwijają się zdecydowanie lepiej w wyższych temperaturach. Częstymi bywalcami magazynów są też roztocze z podrzędu Mesostigmata, które trafiają do nich z pól wraz z plonem. Zwykle jednak nie rozmnażają się masowo, a ich szkodliwość jest ograniczona.



Fot. 2. Liczne roztocze z rodziny rozkruszkowatych (Acaridae) na nasionach lnu (fot. T. Klejdysz)

Roztocze magazynowe mają niewielkie rozmiary i długość ich ciała nie przekracza 1 mm. Bez użycia lupy lub innego przyrządu powiększającego są trudno dostrzegalne. Ciało ich składa się z gnatosomy, idiosomy oraz 4 par odnóży. Na gnatosomie znajdują się narządy gębowe służące do rozdrabniania i pobierania pokarmu. Część gatunków nie posiada oczu, a niekiedy jedynie tzw. plamki wzrokowe. Idiosoma stanowi większą część ciała, posiada najczęściej owalny, wypukły kształt i na niej umiejscowione są odnóża. Całe ciało roztoczy pokrywają liczne, najczęściej odstające i różnej długości, rzadko rozmieszczone szczeciny, z których niektóre mogą być rozwidłone. Pełnią one m.in. funkcje czuciowe, a ich układ, długość i liczba są ważnymi cechami diagnostycznymi, umożliwiającymi odróżnianie poszczególnych gatunków. Rozpoznawanie poszczególnych gatunków jest trudne i wymaga użycia mikroskopu i specjalistycznych kluczy do oznaczania. Pospolite gatunki rozkruszków można zidentyfikować przy użyciu klucza Boczka i Czajkowskiej (1996).

Ciało roztoczy jest najczęściej białe lub kremowe, ale zależy głównie od rodzaju pobieranego przez nie pokarmu. Zdarza się, że nawet w obrębie jednego gatunku odnaleźć można białe, różowe lub fioletowawe osobniki. Dymorfizm płciowy objawia się najczęściej różnicą w wielkości ciała. Samce są najczęściej mniejsze od samic. Roztocze magazynowe są jajorodne, chociaż u niektórych gatunków stwierdzono rozwój partenogenetyczny. Jaja są owalne lub kuliste i początkowo błyszczące, pokryte lepką substancją, do której przywierają kurz i inne zanieczyszczenia. Pozwala to też na przywieranie jaj do różnych powierzchni,

co ułatwia rozprzestrzenianie się roztoczy po innych magazynach. W rozwoju roztoczy magazynowych występuje kilka stadiów. Niektóre gatunki posiadają w swoim rozwoju stadium deutonimfy, nazywanej też hypopusem. Stadium to nie pobiera pokarmu i może być nieruchome. Jest ono wyjątkowo wytrzymałe na niekorzystne warunki otoczenia (również na akarycydy) i uczepione ciał owadów, gryzoni, opakowań, butów i innych, może przenosić się do innych magazynów i w sprzyjających warunkach podjąć dalszy rozwój (Boczek 1966; Boczek i Błaszak 2016).

Rozkruszki i roztoczki charakteryzują się ogromną płodnością i często niezwykle krótkim czasem rozwoju pełnego pokolenia wynoszącym niekiedy jedynie tydzień. Te cechy roztoczy magazynowych sprawiają, że posiadają one ogromny potencjał rozrodczy i pomimo niewielkich rozmiarów ciała mogą w krótkim czasie osiągnąć duże zagęszczenie i niszczyć znaczne ilości magazynowanego płonu. W sprzyjających warunkach, w ciągu miesiąca jedna samica rozkruszka może dać początek populacji sięgającej około 2 milionów osobników. Rozwój w warunkach niesprzyjających może przedłużyć się do kilku miesięcy, jednak nawet w temperaturze 5°C niektóre gatunki są ciągle aktywne i rozmnażają się. Większość jednak zdecydowanie zmniejsza aktywność przy temperaturze 10°C. Szybkie tempo namnażania powoduje, że w krótkim czasie może dojść do zniszczenia magazynowanego surowca, gdyż wzrost liczebności szkodnika powoduje wzrost wilgotności i temperatury, co dodatkowo zwiększa sukces rozrodczy i skraca czas rozwoju kolejnych pokoleń szkodnika.

Chrząszcze

Spichrzele: surynamski (*Oryzaephilus surinamensis*) (fot. 3) i orzechowiec (*Oryzaephilus mercator*)

Są to niewielkie chrząszcze osiągające około 3 mm długości o wydłużonym i nieco spłaszczonym ciele barwy brunatnej. Całe ciało pokrywają krótkie, żółtawej barwy szczecinki, które na pokrywach ułożone są w równe rzędkie. Na głowie, blisko narządu gębowego umieszczona jest para krótkich czułków o wyraźnie zaznaczonej, 3-członowej buławce. Na przedpleczu znajdują się 2 podłużne zagłębienia, a każdy z jego boków zaopatrzony jest w 6 mocnych kolców. Dymorfizm płciowy u chrząszczy jest wyraźny. Samiec na wewnętrznej stronie ud trzeciej pary nóg posiada mocny kolec. Oba gatunki różni m.in. kształt i proporcje głowy chrząszczy. Jajo jest białe i mocno wydłużone. W pełni wyrosnięta larwa osiąga do 4 mm długości, ma wydłużony i lekko spłaszczony kształt ciała. Larwa początkowo jest biała, w miarę wzrostu staje się ciemniejsza – jasnobrązowa. Posiada ona 3 pary dobrze widocznych nóg. Poczwardka jest początkowo biała, później ciemnieje. Spoczywa w kolebce poczwarkowej wykonanej z dostępnych materiałów. Po bokach przedplecza i segmentów odwłokowych poczwarki znajdują się charakterystyczne, tępe wyrostki.



Fot. 3. Chrzęszcz spichrzela surynamskiego (*Oryzaephilus surinamensis*) na nasionach Inu (fot. T. Klejdysz)

Chrzęszcze są długowieczne i w sprzyjających warunkach mogą żyć nawet 2 lata. Płodność samicy zależy od warunków otoczenia i rodzaju pobieranego przez nią pokarmu. Spichrzele preferują rozdrobnione produkty wytworzone z ziarna zbóż, a samice odżywiające się mąką mogą złożyć nawet 300 jaj, natomiast te, które mają do dyspozycji całe ziarno, średnio 10 razy mniej. Spichrzela surynamskiego w optymalnych warunkach rozwija się bardzo szybko. W temperaturze około 30°C i wilgotności 70–80% pełen cykl rozwojowy szkodnika trwa około 3 tygodni. Gatunek ten nie rozmnaża się w temperaturze niższej niż 16°C. Rozwój spichrzela orzechowca przebiega podobnie, chociaż trwa nieco dłużej, a samice charakteryzują się niższą płodnością niż samice spichrzela surynamskiego (Curtis 1974). Chrzęszcze znoszą krótkotrwałe spadki temperatury poniżej 0°C i w warunkach Polski mogą przetrwać zimę w magazynach nieogrzewanych.

Trojszyki: gryzący (*Tribolium castaneum*) i ulec (*Tribolium confusum*) (fot. 4)

Długość ciała chrząszczy wynosi od 2,3 do 5 mm, przy czym chrząszcze trojszyka gryzącego są przeciętnie mniejsze. Trojszyki mają połyskujące w świetle ciało barwy brązowej, nieco spłaszczone. Na pokrywach widoczne są podłużne rzędkie oraz drobne pofałdowania. Czułki są 11-członowe, krótkie i ostatnie 6 członów stopniowo rozszerza się ku końcowi, tworząc buławkę (u trojszyka ulca) lub ostatnie trzy człony tworzą wyraźnie wyodrębnioną buławkę (u trojszyka gryzącego). Samice pokrywają jaja lepłą wydzieliną, do której przylega pył, resztki pokarmu



Fot. 4. Larwa (po lewej) i chrząszcz (po prawej) trojszyka ulca (*Tribolium confusum*) na nasionach lnu (fot. T. Klejdysz)

i odchody. Wyrośnięte larwy mogą osiągać 7 mm długości, są typu drutowca i barwy żółtawej z ciemniejszymi przepaskami i głową oraz parą charakterystycznych wyrostków na końcu odwłoka. Larwy obu gatunków są dość podobne i różnią się m.in. ułożeniem i długością szczecinek.

Chrząższe są długowieczne i w sprzyjających warunkach mogą żyć nawet ponad 3,5 roku. W tym czasie jedna samica składa nawet 1200 jaj, średnio 15 sztuk dziennie, trojszyka gryzącego znacznie mniej – do 450. Długość życia i płodność chrząszczy zależy od warunków termicznych, wilgotnościowych i rodzaju pobieranego pokarmu. Trojszyki do rozwoju wymagają wysokiej temperatury i poniżej 20°C nie rozmnażają się. Optimum warunków to temperatura około 31°C (dla trojszyka ulca), 35°C (dla trojszyka gryzącego) i wilgotność względna powietrza około 70–80%. W tych warunkach rozwój jednego pokolenia trwa mniej niż miesiąc. Chrząższe trojszyka ulca pomimo posiadania skrzydeł lotnych, nie przejawiają chęci latania i przemieszczają się pomiędzy magazynami wraz z zasiedlonymi partiami towarów bądź na opakowaniach. Natomiast chrząszcze trojszyka gryzącego chętnie latają i zwabione zapachem lub światłem wlatują do pomieszczeń magazynowych, zakładów przetwórczych oraz mieszkań. Zaniepokojone chrząszcze obu gatunków wydzielają cuchnące substancje – benzochinony, które nadają produktowi trwałego, nieprzyjemnego zapachu. Substancje te są również toksyczne dla zwierząt i ludzi i opanowany przez trojszyki produkt nie nadaje się do przerobu i na pasze (Howe 1960; Hagstrum i Milliken 1988).

Rozpłaszczyk rdzawy (*Cryptolestes ferrugineus*) (fot. 5)

Jest to niewielkich rozmiarów chrząszcz długości około 2 mm o charakterystycznie spłaszczonym ciele barwy brązowej. Głowa jest stosunkowo duża, skierowana do przodu. Znajduje się na niej para czułków o nieznacznie zróżnicowanych wielkościowo członach. Przedplecze w zarysie jest kwadratowe, z wyraźnie zaznaczonymi, dwiema podłużnymi listewkami po bokach. Na pokrywach znajdują się podłużne rzędy punktów. Całe ciało pokryte jest krótkimi, delikatnymi i dość rzadko rozmieszczonymi szczecinkami. Dymorfizm płciowy zaznacza się m.in. w długości czułków, które u samca są dłuższe, a u samicy krótsze niż połowa ciała.

Jaja rozpłaszczyka rdzawego są białe, wydłużonego kształtu, wielkości około $0,2 \times 0,7$ mm. Larwa jest żółtawa z brązową głową oraz charakterystycznym, rozwidlonym zakończeniem odwłoka oraz trzema parami krótkich nóg. Wyrośnięte larwy osiągają długość 4 mm. Na ich głowie dobrze widoczne są krótkie czułki. Ciało larwy jest wyraźnie segmentowane i szersze w tylnej części, pokryte nie-licznymi, dość długimi i odstającymi włoskami. Ostatnie stadium larwalne buduje kokon, w którym dochodzi do przepoczwarczenia. Poczwarka jest biała i jej grzbietowa część oraz głowa pokryta jest rzadko rozmieszczonymi, sztywnymi, długimi szczecinkami.

Jedna samica może złożyć w ciągu życia około 300 jaj, dziennie średnio składa 6 sztuk. Larwy żerują na zniszczonych już przez inne szkodniki magazynowe nasionach albo zasiedlają połamane lub w inny sposób uszkodzone ziarniaki. Mogą też rozwijać się na nieuszkodzonych nasionach, ale wtedy czas ich rozwoju



Fot. 5. Samiec (po lewej) i samica (po prawej) rozpłaszczyka rdzawego (*Cryptolestes ferrugineus*) na płatku owsianym (fot. T. Klejdysz)

znacznie się wydłuża. Rozwój jednego pokolenia szkodnika w warunkach optymalnych (27°C i 75% wilgotności względnej) trwa nieco ponad miesiąc. W temperaturze pokojowej może wydłużyć się do 2,5 miesiąca. Larwy po 4 wylinkach osiągają maksymalne rozmiary i przepoczwarczają się w oprzędzie zbudowanym z resztek pożywienia, odchodów i innych, dostępnych materiałów. W nieogrzewanych pomieszczeniach może rozwijać się do 3 pokoleń szkodnika w ciągu roku, w ogrzewanych nawet kilkanaście. Rozpłaszczyk rdzawy toleruje okresowe spadki temperatury nawet do 0°C, jednak ginie w temperaturach niższych. Chrząszcze są wyjątkowo ruchliwe i energicznie przemieszczają się w masach magazynowanego ziarna. Posiadają też zdolność lotu, którą wykorzystują do zasiedlania nowych partii ziarna (Hagstrum i Milliken 1988). Rozpłaszczyk rdzawy w warunkach Polski rzadko występuje jako jedyny szkodnik w danej partii surowca, najczęściej towarzyszy innym gatunkom np. wołkowi zbożowemu lub trojszykom. Może on też w pewnej mierze ograniczać populacje innych szkodników magazynowych, gdyż oprócz pokarmów roślinnych chętnie poluje też na drobne owady, zjadając głównie larwy i jaja szkodników magazynowych.

Wołki: zbożowy (*Sitophilus granarius*) (fot. 6), ryżowy (*Sitophilus oryzae*) (fot. 6) i kukurydzowy (*Sitophilus zeamais* Motsch.)

Nasionami lnu i produktami z nich wytworzonymi mogą odżywiać się trzy gatunki wołków: zbożowy, ryżowy i kukurydzowy. Są to chrząszcze o długości ciała od 2 do 5 mm. Ciało ich jest wydłużone, walcowate, barwy od jednolicie brązowej do prawie czarnej (wołek zbożowy) lub brązowej z czterema pomarańczowymi plamami na pokrywach, zmiennej wielkości i kształtu (wołek ryżowy i kukurydzowy). Wołki mają gruby pancerz chitynowy nadający chrząszczom wyjątkowej wytrzymałości. Głowa wyciągnięta jest w długi, wygięty ku dołowi ryjek. Czułki są średniej długości, zgięte kolankowato. Człony czułków rozszerzają się stopniowo ku końcowi. Na przedpleczu znajdują się liczne wgłębienia, wewnątrz których obecne są pojedyncze, krótkie szczecinki. Na pokrywach znajdują się rzędy punktów. Nogi są stosunkowo krótkie i mocne. Ich golenie zaopatrzone są na końcu w kolce, szczególnie dobrze wyróżniają się wielkością te, położone na przedniej parze odnóży. Dymorfizm płciowy jest słabo zaznaczony. Samice są najczęściej nieco większe i masywniejsze od samców. Mają też nieco dłuższy ryjek. Płec wołków można rozróżnić również po kształcie zakończenia odwłoka owadów. Chrząszcze wołka zbożowego nie posiadają zdolności lotu i mają zrosnięte pokrywy, natomiast owady dorosłe wołka ryżowego i kukurydzowego mają dobrze rozwinięte skrzydła lotne, z których korzystają latając w ciepłe, letnie wieczory.

Wołki nie rozwijają się w nasionach lnu, mogą jedynie na nich żerować. Rozwój ich przebiega głównie w ziarnach zbóż. Samica wołka zbożowego składa jedno jajo do jednego ziarniaka, wołki ryżowe i kukurydzowe mogą składać ich więcej. Samice wygryzają w nasionach niewielką jamkę, w której umieszczają jajo,



Fot. 6. Chrząższe wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae*) (po lewej) oraz wołka zbożowego (*Sitophilus granarius*) (po prawej) na nasionach lnu (fot. T. Klejdysz)

a następnie otwór zasklepiają specjalną, szybko twardniejącą wydzieliną. Chroni ona jajo przed warunkami otoczenia i uszkodzeniami mechanicznymi. Rozwój wołka zbożowego przebiega wewnątrz ziarniaka, pozostałe gatunki wołków mogą rozwijać się również w rozdrobnionych nasionach lub nawet w mące. Długość rozwoju larwalnego uzależniona jest od temperatury i wilgotności. W warunkach optymalnych (28°C i 90% wilgotności) pełen rozwój wołka zbożowego trwa mniej niż miesiąc (Campbell i wsp. 1976; Longstaff 1981), wołka ryżowego i kukurydzowego (30°C i 70% wilgotności) – nieco ponad miesiąc (Dobie 1973; Hagstrum i wsp. 2013). W warunkach Polski, w pomieszczeniach nieogrzewanych mogą rozwinąć 3 generacje szkodnika, w ogrzewanych nawet 10. Chrząższe wołka zbożowego są odporne na niskie temperatury, spadające nawet poniżej zera. Wołek ryżowy i kukurydzowy gorzej znosi niskie temperatury. W takich warunkach aktywność wszystkich wołków jest ograniczona – nie pobierają pokarmu i samice nie składają jaj.

Motyle

W magazynach lnu i zakładach go przetwarzających mogą pojawiać się niektóre gatunki motyli uważane za szkodniki magazynowe. Należą do nich różne gatunki mklików: mączny (*Ephestia kuehniella*), próchniczek (*Ephestia elutella*), daktylowiec (*Cadra cautella*), ale też mole (Tineidae), omacnica spichrzanka (*Plodia interpunctella*) (fot. 7) oraz rzadziej lub przypadkowo inne gatunki.



Fot. 7. Motyl omacnicy spichrzanki (*Plodia interpunctella*) (fot. T. Klejdysz)

Owady dorosłe motyli magazynowych mają dwie pary dobrze rozwiniętych, dużych skrzydeł. Najczęściej są one szaro zabarwione lub w przypadku omacnicy spichrzanki – dwukolorowe. Stadium szkodliwym, mogącym wyrządzać straty w magazynowanych nasionach lnu, są larwy: gąsienice (fot. 8). Są one zwykle ubarwione jasno i pokryte rzadko rozmieszczonymi, długimi szczecinami. Gąsienice większości gatunków motyli magazynowych mają zdolność produkowania przędzy, a jej pojawienie się na powierzchni magazynowanych produktów jest często pierwszym, widocznym objawem zasiedlenia produktu. Nić służy także wielu gąsienicom do budowania oprzędu lub bardziej ścisłego kokonu, w którym spoczywa poczwarka (fot. 9). Większość gatunków przepoczwarcza się poza miejscem żerowania. Można wówczas obserwować wędrujące po ścianach, sufitach i opakowaniach gąsienice szukające odpowiednich kryjówek.

Motyle będące szkodnikami w magazynach to najczęściej niewielkie gatunki, których rozpiętość skrzydeł mieści się w zakresie 8–30 mm. Większość larw żeruje na powierzchni magazynowanych produktów pokrywając je przędzą lub budując rurkowate schronienia. Sprzędzone fragmenty nasion, odchody i wylinki są charakterystycznym objawem żerowania gąsienic motyli będących szkodnikami magazynowanych surowców spożywczych. Większość gatunków może rozwijać się w sposób ciągły w pomieszczeniach zamkniętych, gdyż samice wielu z nich nie muszą pobierać pokarmu lub wody przed przystąpieniem do rozrodu.

Samice motyli żyjących w magazynach mogą składać od kilkudziesięciu do kilkuset jaj. Gąsienice żerują w temperaturze od około 15 do ponad 30°C, przy



Fot. 8. Gąsienica omacniny spichrzanki (*Plodia interpunctella*) na nasionach Inu (fot. T. Klejdysz)



Fot. 9. Poczwarzka omacniny spichrzanki (*Plodia interpunctella*) wyjęta z oprzędu na nasionach Inu (fot. T. Klejdysz)

optimum zależnym od gatunku, np.: 30°C dla omacnicy spichrzanki, a 26°C dla mkiaka mącznego. Optimum wilgotnościowe dla większości gatunków to 75–80% wilgotności. Rozwój pokolenia szkodnika w warunkach optymalnych wynosi około miesiąca, najczęściej jednak przedłuża się powyżej 1,5 miesiąca.

Kręgowce

Duże szkody w magazynach lnu mogą wyrządzać **gryzonie**. Największe znaczenie w tej grupie szkodników magazynowych mają: mysz domowa, mysz polna oraz szczur śniady i wędrowny. Gryzonie w obiektach nieodpowiednio zabezpieczonych mogą być wyjątkowo uciążliwe i czynić duże szkody. Pozbycie się ich z obiektów wymaga sporo wysiłku, czasu i wiedzy, gdyż np. szczury są bardzo inteligentne i szybko uczą się unikania nowych niebezpieczeństw. Gryzonie odznaczają się również bardzo wysoką płodnością. W ciągu roku może pojawiać się kilka miotów, z co najmniej kilkoma młodymi, które szybko dojrzewają i dalej się rozmnażają.

Gryzonie potrafią się wspinać, chodzić po linach, ścianach, mogą też przeciskać się przez niewielkie szczeliny (myszy o średnicy około 0,6 cm, a szczury 1,3 cm), co znacznie ułatwia im dostanie się do źle zabezpieczonych obiektów. Gryzonie oprócz zjadania nasion lnu mogą przegryzać opakowania oraz niszczyć wyposażenie magazynów, a nawet ich elementy konstrukcyjne. Zanieczyszczają też nasiona sierścią, odchodami, moczem, a także ciałami martwych osobników.

Pomijamym, ale często istotnym problemem w magazynach lnu i innych surowców roślinnych są **ptaki**. Niektóre gatunki przystosowały się do życia w bliskim sąsiedztwie człowieka, gdzie znajdują pożywienie i schronienie. Należą do nich np. gołębie oraz wróble. Wiele z nich posiada na ciele pasożyty np. kleszcze należące do rodziny obrzeżkowatych (Argasidae), które mogą być niebezpieczne również dla ludzi. Obrzeżki mogą przenosić wirusy, bakterie i piroplazmy – patogeny powodujące wiele niebezpiecznych chorób, a ich ślina może wywoływać miejscowe reakcje alergiczne lub inne dolegliwości (Solarz 2013). Ptaki, które dostaną się do magazynu wyjadają najczęściej niewielkie ilości magazynowanych nasion lnu, ale pozostałą część zanieczyszczają odchodami i piórami, co może dyskwalifikować surowiec z użycia na cele spożywcze.

Len włóknisty, magazynowany przed uzyskaniem włókna jest w mniejszym stopniu podatny na atak szkodników niż nasiona. Zielem lnu mogą żywić się gąsienice nielicznych gatunków motyli spotykanych w surowcach zielarskich. Mogą to być niektóre gatunki z rodziny molowatych (Tineidae), wążlak ziołowy (*Idaea inquinata*) z rodziny miernikowcowatych (Geometridae), omacnica sianowianka (*Hypsopygia costalis*) z rodziny omacnicowatych (Pyralidae) i rzadziej inne gatunki. W przypadku zawilgocenia przechowywanych roślin lnu włóknistego może dojść do rozwoju roztoczy, które omówione zostały wcześniej. Samo włókno oraz

wytworzone z niego wyroby są najmniej podatne na atak szkodników. W literaturze podawany jest jeden gatunek szkodnika, który może poczynić pewne straty w przypadku, gdy włókno i wyroby są zawilgocone – jest to rybak cukrowy (*Lepisma saccharina*), który uznawany jest za „celulożożercę” (Krajewski 2005).

Podstawowe **zasady integrowanej ochrony magazynów z nasionami lnu** przed szkodnikami obejmują przede wszystkim **metody zapobiegawcze**.

- Obiekty służące do magazynowania zbiorów powinny być szczelne i odpowiednio wyposażone. Nie powinno się adaptować do tego celu obiektów nieprzeznaczonych do magazynowania. Magazyny, w których składa się len powinny być wyposażone w systemy monitoringu, załadunku, rozładunku oraz przewietrzania i dosuszania zbiorów.
- Przed zdeponowaniem w magazynie plonu należy zadbać o jego czystość: pozbyć się wszelkich zanieczyszczeń, pyłów, kurzu, pajęczyn i innych. Puste magazyny należy poddać dezynsekcji. Czyszczone powinny być również urządzenia służące do zbioru i transportu plonu oraz inne mające kontakt z nasionami.
- Do magazynu powinny trafiać nasiona wysokiej jakości, o jak najmniejszym udziale z uszkodzonymi łupinami nasiennymi, oczyszczone z części zielonych roślin, pyłu i innych zanieczyszczeń. Przy wprowadzaniu do magazynu partii nasion od innych plantatorów należy zachować szczególną ostrożność i każdorazowo pobierać próbki i analizować je na obecność szkodników.
- W magazynie powinny panować odpowiednie warunki przechowywania: niska wilgotność i niska temperatura, uniemożliwiające namnażanie się szkodników do poziomu mogącego wyrządzić szkody.
- W magazynach należy prowadzić ciągły monitoring pojawu owadów szkodliwych poprzez częste inspekcje, pobieranie i analizowanie próbek oraz stosowanie pułapek feromonowych, typu „pitfall”, podłogowych, lepowych i innych. Niezbędny jest też odpowiednio zaprojektowany system zabezpieczający przedostaniu się do magazynu gryzoni i ptaków oraz monitoringu ich obecności.

Niekiedy pomimo zastosowania licznych metod zapobiegawczych, szkodniki mogą się pojawić i zanim wyrządzą szkody należy odpowiednio zareagować. Do wykorzystania jest szereg metod, z których priorytet powinny mieć metody niechemiczne. Do metod niechemicznych walki ze szkodnikami magazynowymi należą:

- pojawienie się szkodników może świadczyć, że doszło do przekroczenia optymalnych warunków przechowywania. Może zdarzyć się, że przyrządy pomiarowe wskażą to zbyt późno, gdyż ogniska pojawu roztoczy lub szkodników mogą być oddalone od czujników temperatury i wilgotności, wówczas partię nasion należy **przewietrzyć, dosuszyć oraz obniżyć jej temperaturę**,

- w zwalczaniu szkodników magazynowych wykorzystywana jest **modyfikowana atmosfera**. Polega ona na zastąpieniu tlenu w przestworach pomiędzy nasionami gazami obojętnymi, takimi jak azot lub dwutlenek węgla. Owady i roztocze potrzebują tlenu do oddychania i przy jego niedoborze giną,
- podgrzewanie lub schładzanie nasion może być również skuteczną metodą zwalczania szkodników. Większość z nich posiada swoje optimum temperaturowe w zakresie od 13 do 35°C. Podniesienie temperatury powyżej 45°C powoduje śmierć większości szkodników w ciągu doby. Do osiągnięcia podobnego efektu w przypadku wykorzystania niskiej temperatury, konieczne jest znaczne jej obniżenie, najlepiej poniżej 0°C,
- z rzadziej stosowanych metod niechemicznych walki ze szkodnikami wymienić można: **promieniowanie jonizujące, promienie ultrafioletowe, wysokie ciśnienie, fale dźwiękowe, użycie pyłów obojętnych**,
- w przypadku zwalczania gryzoni wykorzystać można metody mechaniczne polegające na stosowaniu różnego rodzaju pułapek.

Kolejną metodą niechemiczną walki ze szkodliwymi organizmami w magazynach jest **metoda biologiczna** polegająca na wykorzystaniu ich wrogów naturalnych (drapieżników, parazytoidów) oraz mikroorganizmów (nicieni, bakterii, grzybów, wirusów, pierwotniaków), powodujących śmierć owadów lub roztoczy. Nie jest ona jednak zbyt rozpowszechniona, gdyż wymaga dopracowania, wyniki jej stosowania są niepewne i najczęściej na jej pozytywne efekty trzeba długo czekać.

W przypadku nieskuteczności metod niechemicznych zwalczania szkodników należy użyć **metody chemicznej**, zakładającej wykorzystanie preparatów chemicznych. Magazynowany plon lnu można potraktować preparatami o działaniu kontaktowym lub gazowym. Obecnie dostępne preparaty oparte są jedynie na kilku substancjach czynnych. Ich stosowanie zawsze powinno być oparte o zapisy etykiet poszczególnych preparatów, gdyż są to środki o wysokiej toksyczności, a dodatkowo stosowane w zamkniętych pomieszczeniach stwarzają duże zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz zwierząt. Używanie preparatów o działaniu gazowym tzw. fumigantów dozwolone jest wyłącznie przez osoby, które ukończyły stosowne szkolenie z zakresu „stosowanie środków ochrony roślin metodą fumigacji”.

8. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

Odporność chwastów na środki ochrony roślin

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

O dużym ryzyku pojawienia się chwastów odpornych na plantacji mówi się wówczas, gdy: 1) mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji, 2) miejscem występowania skupisk chwastów nie są obrzeża pól lecz różne miejsca na plantacji, 3) pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone, 4) z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku, 5) na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania, 6) na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd lub tę samą grupę chemiczną. Ważnym i efektywnym działaniem w walce z groźnymi i silnie rozprzestrzeniającymi się gatunkami chwastów są integrowane systemy ochrony z uwzględnieniem właściwej agrotechniki, płodozmianu i ochrony niechemicznej (zabiegi mechaniczne), w których liczba zabiegów herbicydowych jest zredukowana do uzasadnionego

ekonomicznie minimum. Pola, na których nie stosuje się prawidłowego płodozmianu lub znacznie się go ogranicza na rzecz np. dużego udziału zbóż ozimych lub wprowadza się uproszczenia zabiegowe (np. brak orki głębokiej) są szczególnie narażone na wyselekcjonowanie osobników odpornych na herbicydy. Elementem skutecznie ograniczającym ryzyko powstania odpornych chwastów jest więc tradycyjny płodozmian, w którym zboża stanowią maksymalnie 50% uprawianych roślin w cyklu rotacji. Wysiew różnych upraw narzuca konieczność rotacji stosowanych herbicydów, ale także zakłóca cykl rozwojowy wielu gatunków chwastów. Następuje znaczna zmiana ilościowo-jakościowa w kiełkowaniu chwastów z uwagi na odmienny sposób przygotowania gleby w różnym okresie agrotechnicznym (różny czas wysiewu roślin uprawnych). Orka siewna i uprawki mechaniczne po wschodach w skuteczny sposób eliminują kiełkujące chwasty. Niemalże znaczenie ma także stosowane kwalifikowanego i pozbawionego nasion chwastów materiału siewnego. Duży wpływ na powstawanie odporności mają właściwości biologiczne poszczególnych gatunków chwastów. Gatunki wydające dużą liczbę nasion z jednej rośliny, dające kilka pokoleń w ciągu roku, o nasionach łatwo rozprzestrzeniających się na duże odległości, a także obcopylne wykazują dużą zmienność genetyczną, dzięki czemu w populacji występuje wiele biotypów. U tych gatunków odporność na herbicydy pojawia się znacznie szybciej, w porównaniu z gatunkami o mniejszym zróżnicowaniu biologicznym i genetycznym. Obecnie w Polsce gatunkami, u których najszybciej rozwija się odporność są gatunki jednoliścienne: miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*), w mniejszym stopniu owies głuchy (*Avena fatua*), stokłosy (*Bromus* spp.), a z gatunków dwuliściennych – chaber bławatek (*Centaurea cyanus*). Należy jednak zaznaczyć, że odporność może dotyczyć każdego gatunku chwastu. Szybkość selekcji biotypów odpornych na herbicydy uzależniona jest także od mechanizmu działania herbicydów. Odporność chwastów najszybciej pojawiła się po wprowadzeniu do rolnictwa herbicydów sulfonylomocznikowych, które działają jako inhibitory syntetazy acetylomleczanowej (ALS). Środki te charakteryzują się dużą aktywnością biologiczną w bardzo małych dawkach i ze względu na stosunkowo niski koszt są przez wielu rolników chętnie stosowane. Decydując się na chemiczną metodę odchwaszczania, należy stosować herbicydy z różnych grup chemicznych i o różnym mechanizmie działania (nie wystarczy stosowanie innej substancji z tej samej grupy chemicznej). Przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel klasyfikujących herbicydy według mechanizmu działania np. opracowanych według HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Wprowadzenie rotacji herbicydów (o różnym mechanizmie działania) nie tylko znacznie opóźni pojawianie się odporności na polu, ale także pomoże w doborze odpowiedniego herbicydu do zwalczania osobników, które odporność na herbicydy już nabyły. Każdy producent i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów według HRAC i zgodnie z poniższą tabelą dokonywać rotacji herbicydów.

W praktyce bardzo rzadko spotyka się odporność na jedną substancję czynną (odporność prosta), częściej występuje odporność krzyżowa na co najmniej dwie substancje z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania. Możliwa, ale znacznie radsza jest odporność wielokrotna dotycząca dwóch lub więcej substancji o różnych mechanizmach działania. Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania herbicydów znacznie przyczyni się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku wystąpienia już odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 12. przygotowana na podstawie opracowania HRAC, została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w Polsce (stan na kwiecień 2017 r.). Poszczególne mechanizmy działania herbicydów oraz ewentualne podklasy (np. C1, C2, C3) oznaczono kodem literowym.

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

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

Tabela 12. Cd.

Mechanizm działania	Grupa według HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS		imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam
		sulfonyloaminokarbonylo-triazolinony	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
		benzotidiazynony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfirynogenowej (PPO)	E	dwufenyloetery	bifenoks oksyflurofen
		fenylopyrazole	pyraflufen etylu
		triazolinony	karfentrazon
Inhibitory syntezy barwników	F1	pirydynokarboksamidy	diflufenikan
		inne	flurochloridon
	F2	trójketony	mezotrion sulkotrion tembotrion
		izoksazole	izoksaflutol
	F3	izoksazolidinony	chlomazon
Inhibitory enzymu syntazy EPSP	G	aminofosfoniany	glifosat
Inhibitory enzymu syntetazy glutaminowej	H	aminofosfoniany	glufosynat amonowy

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

Mechanizm działania	Grupa według HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	dwunitroaniliny	pendimetalina
		benzamidy	propyzamid
	K2	karbaminiany	chlorprofam
	K3		acetochlor dimetachlor metazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N		prosulfokarb etofumesat
Syntetyczne auksyny	O		2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z		chinochlamina siarczan żelaza

Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

Odporność grzybów na fungicydy ma miejsce wtedy, gdy dotychczas stosowana substancja czynna zawarta w środku staje się mniej skuteczna lub całkowicie nie zwalcza określonego gatunku grzyba. Z jednej strony zjawisko to związane jest z naturalną zmiennością organizmów, 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 czynnej fungicydów, działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie jest uwarunkowane tylko jednym genem. Wówczas zmiana w obrębie tego genu jest bardzo łatwa i może doprowadzić do powstania formy odpornej grzyba na substancji czynnej. 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 (Węgorzek 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 (Węgorzek i wsp. 2013).

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

Jeżeli przeciwko sprawcom chorób wykorzystywane będą substancje czynne należące np. do grupy chemicznej triazoli, czy benzimidazoli to istnieje realne niebezpieczeństwo powstania odporności. Jest to bardzo prawdopodobne zwłaszcza, gdy zarejestrowana do stosowania w uprawie lnu będzie początkowo jedna lub dwie substancje czynne i jeśli zwalczany organizm chorobotwórczy np. grzyb patogeniczny, będzie takiemu zjawisku podlegał. Ryzyko powstania form odpornych grzybów, zależne jest nie tylko od grupy chemicznej i substancji czynnej, która jest stosowana, ale również od gatunku

zwalczanego grzyba. Stosunkowo często identyfikuje się szczepy grzybów, np. *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, odporne na substancje czynne fungicydów w uprawach różnych roślin. Przykładowo, gdy do zwalczania *B. cinerea* sprawcy szarej pleśni lnu używana będzie, w przypadku zarejestrowania, substancja czynna z grupy chemicznej benzimidazoli, to ryzyko, że ten gatunek grzyba może się uodpornić na te substancje jest wysokie. Natomiast przy ewentualnym stosowaniu substancji czynnej z grupy dikarboksyamidów będzie ono niższe, ale nie oznacza to, że nie wystąpi po pewnym, dłuższym czasie jej stosowania.

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

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

Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania fungicydów przyczyni się znacznie do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku wystąpienia już odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych. Tabela 13. przygotowana na podstawie opracowania FRAC została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w Polsce (stan na lipiec 2017 r.). Poszczególne mechanizmy działania fungicydów oraz ewentualne podklasy (np. A1, A2, A3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 13. 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 sedeksan 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	ametoktradyna

Tabela 13. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa według FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Hamowanie biosyntezy aminokwasów i białek	D1	anilinopirymidyny	cyprodynil mepanipirym pirimetanil
Zakłócanie przekazywania sygnałów osmotycznych	E1	fenoksychinony	chinoksyfen
	E1	chinazoliny	proquinazid
	E2	fenylopirole	fludioksonil
	E3	dikarboksymidy	iprodion
Zakłócanie syntezy lipidów	F4	karbaminiany	propamokarb
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	G1	imidazole	imazalil prochloraz
	G1	triazole	bromukonazol cyprokonazol difenokonazol epoksykonazol flutriafol fenbukonazol ipkonazol metkonazol myklobutanil penkonazol propikonazol protiokonazol tebukonazol tetrakonazol triadimenol tritikonazol
	G2	ketoaminy	spiroksamina
	G2	morfoliny	fenpropidyna fenpropimorf
	G3	hydroksyanilidy	fenheksamid
	G3	pirazole	fenpyrazamina
Blokowanie syntezy celulozy w ścianach komórkowych	H5	amidy	mandipropamid
	H5	karbaminiany	bentiowalikarb welifanalat
	H5	pochodne kwasu cynamonowego	dimetomorf

Tabela 13. Cd.

Mechanizm działania	Grupa według FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Mechanizm działania nie jest w pełni poznany	U	iminoacetylomoczniki	cymoksanil
	U	fosfoniany	fosetyl-Al fosfonian dipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonu difenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna
Mechanizm działania jest wielokierunkowy	M1	związki miedziowe	tlenochlorek miedziowy tlenek miedzi trójtlenowy siarczan miedzi wodorotlenek miedziowy
	M2	związki siarkowe	siarka
	M3	ditiokarbaminiany	mankozeb metiram propineb tiuram
	M4	ftalamidy	folpet kaptan
	M5	chloronitryle	chlorotalonil
	M9	antrachinony	ditianon

Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Zjawisko odporności agrofagów na środki ochrony roślin stale przybiera na sile i ze względu na ciągły nacisk selekcyjny będzie towarzyszyło rolnictwu i ochronie roślin w przyszłości. Opiera się ono na wykształconych ewolucyjnie mechanizmach, które są regulowane genetycznie i dotyczą wszystkich organizmów żywych. W ochronie roślin mówimy o odporności wówczas, kiedy dana substancja czynna, początkowo skuteczna w zwalczaniu konkretnego gatunku szkodnika z upływem czasu traci tę zdolność, co przejawia się narastaniem przeżywalności coraz większej ilości osobników w kolejnych pokoleniach zwalczanej populacji. Im większe zróżnicowanie genetyczne zwalczanego gatunku tym większe prawdopodobieństwo szybkiego wyselekcjonowania się osobników odpornych. Duże znaczenie mają również inne cechy gatunkowe, takie jak płodność, ilość

pokoleń w sezonie wegetacyjnym, zdolność do migracji i rozprzestrzeniania się w środowisku, przeżywalność i inne. Szybkość wykształcania się odporności zależy również od właściwości fizyko-chemicznych substancji czynnych oraz mechanizmu lub mechanizmów ich działania (Malinowski 2003).

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

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

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

Organizmy regulujące w naturalnych warunkach liczebność agrofagów nazywamy pożytecznymi, a sterowanie przez człowieka ich działalnością określamy jako walkę biologiczną. Metody biologiczne polegają na wykorzystaniu wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterie, grzyby) oraz makroorganizmów (drapieżne roztocze oraz drapieżne i pasożytnicze owady, nicienie) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów (Mrówczyński i wsp. 2010). 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 na uprawach lnu 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).

Bioróżnorodność rolnicza jest najcenniejszym dziedzictwem biologicznym dla człowieka. Ta różnorodność jest naszym zabezpieczeniem przed klęską nieurodzaju, atakiem szkodników czy chorobami roślin. Pola uprawne lnu stwarzają dobre warunki bytowania oraz rozwoju dla wielu gatunków owadów. Obok szkodników lnu, głównie pchełek i wciornastków, można spotkać na polu naszych sprzymierzeńców. W uprawach, podobnie jak na miedzach żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które w naturalny sposób wspomagają producentów w ograniczaniu liczby fitofagów w uprawach. Ważna jest w związku z tym także duża różnorodność gatunkowa roślin w agrosystemach. Wzrost liczebności organizmów pożytecznych powoduje samoistny spadek liczebności organizmów szkodliwych dla roślin.

Wśród pasożytów, które w naturalny sposób ograniczają populacje organizmów szkodliwych w uprawach lnu są pasożytnicze błonkówki, głównie z rodziny męczelkowatych m.in. gatunek *Ascogaster quadridentatus*. Samice pasożytniczych błonkówek, zanim rozpoczną składanie jaj, odżywiają się pyłkiem i nektarem kwiatowym z roślin uprawnych i dziko rosnących. Dlatego ważne jest posiadanie w sąsiedztwie uprawy lnu takich enklaw, stanowiących bazę pokarmową dla tych parazytoidów. Bardzo ważną rolę odgrywają także pasożytnicze muchówki z rodziny rączykowatych. Muchówki z tej rodziny swoim wyglądem przypominają muchę domową, lecz są od niej większe, bardziej krępe i mają ciało pokryte szczecinkami (fot. 10). 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. Spasożytnictwo wielu szkodliwych gatunków, w tym pchełek przez te muchówki może dochodzić w czerwcu nawet do 60% (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 optymalnych warunkach (wysoka temperatura, wilgotność i duże nasilenie szkodnika) redukują kolonie mszyc w całości na uprawie lub ograniczają populacje tych szkodników. W uprawie lnu grzyby owadobójcze mogą infekować różne szkodniki tej uprawy, jak np. pchełki i wciornastki redukując ich populacje w sposób naturalny. 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 (Bałazy 2000).

Jedną z ważniejszych grup drapieżców w agroekosystemie, w tym w uprawie lnu są chrząszcze naziemne, które spełniają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Drapieżne owady z rodziny biegaczowatych Carabidae (fot. 11), którym przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce taksonomicznie do jednej z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych, jak również larw żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż osobniki dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być jaja i larwy pchełki lnowej i długostopki lnowej, postacie dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mrówki, nieruchome poczwarki owadów oraz ślimaki i dżdżownice. Przypuszczalnie to właśnie stanowiska roślinne z udziałem krzewów i drzew mają największe znaczenie w programach biologicznej walki ze szkodnikami roślin, bowiem charakteryzują się one bogatym składem gatunkowym biegaczowatych. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na powierzchni pól uprawnych integrowanej produkcji około 50% badanych zgrupowań stanowił *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach są: *Calathus ambiguus*, *Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski i wsp. 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych Staphylinidae (fot. 12) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne, jak i imagines na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica *Aleochoa 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 i larwy owadów, takich jak pchełka i długostopka oraz poczwarki, a także drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona jest przez nie gleba tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych (Fiedler 2007).

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach są biedronkowate Coccinellidae (fot. 13, 14). Na świecie opisanych jest 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae są naturalnymi wrogami wielu gatunków szkodliwych dla roślin. 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 szkodników na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak np. inni drapieżcy z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej Coccinellidae. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* L., biedronka dwukropka *Adalia bipunctata* L., biedronka wrzeciążka *Propylea quatuordecimpunctata* L. i skulik przedziorkowiec *Stethorus punctillum* Ws. Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich korą, a niektóre z nich, także w siedliskach ludzkich. *Adalia bipunctata* zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzby w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński i Lipa 1970). Są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Na polach lnu mogą żywić się larwalnymi postaciami chrząszczy pchełek i mszycami.

Owadami drapieżnymi są także muchówki Diptera, głównie należące do rodziny bzygowatych Syrphidae (fot. 15). Do pospolicie występujących

bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych części fitofagów. 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 larw chrząszczy żerujących na polach lnu. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie szkodnika ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców (Fiedler i Sosnowska 2008).

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżcy reprezentujący rodziny: tasznikowatych Miridae, dziubałkowatych Anthocoridae (fot. 16), żartkowatych Nabidae oraz tarczówkowatych Pentatomidae (Boczek i Lipa 1978). W ograniczaniu liczebności jaj i larw pchełek oraz wciornastka lnowca i kalarepowca w uprawie lnu dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L. Zarówno larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów.

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników na polach lnu mają również sieciarki Neuroptera z często dominującym złotookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 17, 18). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują na mszycach, ale zjadają również jaja innych szkodliwych owadów. Ofiarami drapieżnych larw złotooka są także wciornastki, które są ważnymi szkodnikami w uprawie lnu. Larwa złotooka zjada w ciągu dnia 20 mszyc czy wciornastków lub około 300 przedziorków, a w ciągu całego życia około 600 mszyc czy wciornastków, kilkaset jaj i innych stadiów rozwojowych owadów (Piątkowski 2001; Sosnowska i Fiedler 2013).

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również skorki (Dermaptera) (fot. 19), 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, wciornastki i inne drobne owady.

Pająki Araneae (fot. 20) jako niewyspecjalizowani drapieżcy niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach lnu i trwałym elementem agrocenoz. Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych czynników, stanowią dobry obiekt badań środowiskowych. W Polsce żyje około ośmiuset gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pajaków tworzy sieci łowne, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Pająki nie są zbyt lubianymi zwierzętami, a wielu ludzi się

ich obawia. Mimo to, są jednak bardzo pożytecznymi stworzeniami, gdyż ograniczają liczebność owadów, także tych pasożytniczych i wyrządzających szkody. Warto więc pamiętać o ich pożytecznej działalności w środowisku naturalnym (Wiech 1997; Wiech i wsp. 2001).

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

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

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



Fot. 10. Muchówka z rodziny rączykowatych (fot. M. Tomalak)



Fot. 11. Chrzęszcz z rodziny biegaczowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 12. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 13. Biedronka siedmiokropka (fot. K. Nijak)



Fot. 14. Larwa biedronki (fot. K. Nijak)



Fot. 15. Bzygowate (Syrphidae) – postać dorosła (fot. M. Tomalak)



Fot. 16. Drapieżny pluskwiak z rodziny dziubałkowatych (fot. Ż. Fiedler)



Fot. 17. Osobnik dorosły złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 18. Larwa złotooka pospolitego (fot. M. Tomalak)



Fot. 19. Skorek pospolity (*Forticula auricularia*) (fot. M. Tomalak)



Fot. 20. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*) (fot. K. Nijak)

10. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY

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

Zapylacze to przede wszystkim przedstawiciele nadrodziny pszczoły (Apoidea), których na świecie występuje około 20 tys. gatunków, a w Polsce ponad 450 gatunków (Banaszak 1987). W uprawach rolniczych obecność zapylaczy często wpływa korzystnie na podwyższenie plonu oraz na jego jakość. W Polsce około 60 gatunków roślin uprawnych pozytywnie reaguje na odwiedzanie przez owady zapylające.

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

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

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

- nie opryskiwać roślin pokrytych spadzią,
- zapobiegać przenoszeniu cieczy roboczej na sąsiednie, szczególnie kwitnące uprawy,
- nie wykonywać zabiegów przy silnym wietrze,
- informować pszczelarzy o wykonywanych zabiegach ochrony roślin,
- przestrzegać przepisów prawnych,
- przestrzegać Zasad Dobrej Praktyki Ochrony Roślin (Pruszyński i Wolny 2009).

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

11. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

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

11.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

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

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

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

Magazyn środków ochrony roślin:

- powinien znajdować się z dala od budynku mieszkalnego i inwentarskiego, 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 zera w stopniach Celsjusza (najlepiej utrzymywać temperaturę pomiędzy 5–25°C),

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

W magazynie środków ochrony roślin w widocznym miejscu powinien znajdować się:

- wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin lub innych agrochemikaliów,
- instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniająca zasady składowania środków ochrony roślin i agrochemikaliów,
- namiary na telefony do najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego oraz ośrodka toksykologicznego.

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

11.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

Podczas przygotowania i wykonywania zabiegów ochrony roślin zawsze istnieje ryzyko powstania niepożądanych skutków ubocznych dla ludzi, zwierząt i środowiska. Stopień ryzyka skażeń znacznie wzrasta, gdy proces przygotowania jest nieprawidłowy, niezgodny ze wskazaniami zawartymi 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 oddechowcy oraz pokarmowy.

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

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

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

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

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

Sporządzanie cieczy użytkowej

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

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

ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych (Dz.U. z dnia 12 maja 2013 r., poz. 625).

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

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

Dobór dawki cieczy użytkowej

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

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

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

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

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

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

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie bezpieczeństwo i skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Ich wyboru często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czarczyk 2012). W zależności od aktualnych po-

trzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar. Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin lub też gdy zależy nam na ograniczeniu znoszenia (Kierzek i wsp. 2012). Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala rolnikowi właściwie dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 21–26).

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

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

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 ciśnienie robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych wynosi od 2 do 4 bar (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa).

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

Tabela 14. 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)	

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

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, wyższe temperatury). Do tej grupy należą tzw. rozpylacze przeciwnoznoszeniowe i eżektorowe (Hołownicki i wsp. 2012).

Rozpylacze **przeciwnoznoszeniowe** 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. Nieco gorsze efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem

środków o działaniu kontaktowym, dlatego też jeśli nie ma takiej potrzeby, zabiegi z tą grupą preparatów lepiej wykonać przy użyciu rozpylaczy uniwersalnych (standardowych).

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych np. silniejszym wietrze. W zależności od rozmiaru i stosowanego ciśnienia roboczego efekt redukcji znoszenia przy użyciu tego typu urządzeń rozpylających dochodzi nawet do 75–95%. Rozpylacze eżektorowe wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łań 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 uzyskuje się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 bar. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%.

Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy (fot. 26). 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 łań.

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

Warunki wykonywania zabiegów

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

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowana jest przebiegiem warunków atmosferycznych (Lundkvist 1996; 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 (Hołownicki i Doruchowski 2006).

Temperatura, jak i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy, a co za tym idzie, na końcową efektywność stosowanych środków ochrony roślin. Zalecane temperatury powietrza podczas zabiegów są uwarunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin – takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 15). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy pyretroidów. Najlepiej zabiegi ochronne wykonywać rano lub wieczorem (z uwagi na np. mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie), względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych – panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności.

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

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

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

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

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

Tabela 15. Graniczne i optymalne warunki meteorologiczne do wykonywania zabiegów ochrony roślin

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

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

Podczas opryskiwania upraw polowych prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 5–10 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belkę z PSP (pomocniczy strumień powietrza) 8–15 km/h. Niższe 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.

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.

11.3. 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 lnu 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 cieczonej 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 miejscowego skażenia gleby.

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczonej:

- 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 cieczonej małą porcją wody,
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczonego,
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i mniejszym ciśnieniem roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność taką

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

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

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

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



Fot. 21. Zgodnie z normami ISO kolor rozpylacza koduje jego wydajność cieczy w ciągu 1 minuty. Rozpylacze o większym wypływie cieczy wytwarzają krople o większych rozmiarach, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem. Od lewej rozmiar: 01, 015, 02, 03 i 04 (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 22. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz eżektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 23. Rozpylacze jednostrumieniowe rozmiar 02 (żółty): klasyczny (po lewej) i uderzeniowy (po prawej) różnią się charakterystyką wytworzonych kropli, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem cieczy. Dla 0,3 MPa, pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, drugi średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 24. Rozpylacz wyposażony w kryzę wstępną (po prawej) wytwarza krople większe i mniej podatne na znoszenie niż rozpylacz klasyczny (po lewej), mimo że ukształtowanie szczeliny wylotowej jest takie samo (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 25. Rozpylacze różniące się kątem strumienia kropli, 110° po lewej i 80° po prawej różnią się ukształtowaniem (szerokością) szczeliny wylotowej, co skutkuje wytwarzaniem nieco większych kropli przez rozpylacz o węższym strumieniu (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 26. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

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

LEN WŁÓKNISTY

Terminy zbioru

Właściwy termin zbioru decyduje o jakości słomy, a przede wszystkim o jakości włókna. Trzeba pamiętać, że len włóknisty uprawiany jest dla przemysłu włókienniczego, który zainteresowany jest uzyskaniem jak najlepszego surowca, gdyż tylko z dobrego włókna można otrzymać wysokiej jakości tkaniny lniane. Termin zbioru uzależniony jest od odmian, stanu dojrzałości lnu oraz przeznaczenia płonu. Zbiory lnu włóknistego przeprowadza się przed pełną dojrzałością nasion i słomy, w fazie zielonożółtej dojrzałości lnu. Jest to wskazane ze względu na konieczność uzyskania najlepszej jakości włókna. Opóźnienie terminu zbioru wpływa ujemnie na jakość i wysokość płonu włókna (Branżowa Norma BN-78/7511-17).

Wielu plantatorów lnu włóknistego w Polsce nie przestrzega właściwego terminu zbioru lnu, w wyniku czego słoma wrywana jest z opóźnieniem. Uzyskiwany z opóźnionego zbioru surowiec jest gorszej jakości (włókno jest bardziej zdrewniałe), dodatkowo narażony jest na choroby, a jego plon jest niższy.

Praktyka rolnicza rozróżnia następujące fazy dojrzałości i terminy zbioru lnu:

- a) **dojrzałość zielona (BBCH 71–79)** – występuje mniej więcej w tydzień po przekwitnięciu lnu. Łodygi są na całej długości zielone, liście od dołu zaczynają żółknąć. Torebki są jeszcze zielone, nasiona w nich zawarte białozielone, miękkie. Komórki włókna mają kształt okrągły, a ścianki włókien elementarnych są wówczas cienkie. Włókno nie jest jeszcze całkowicie wykształcone, jest miękkie, słabe, bardzo cienkie, koloru zielonkawego. W tym stadium zbierano dawniej len w Belgii i Holandii w celu uzyskania specjalnego gatunku włókna potrzebnego do wyrobu batystów i cienkich belgijskich koronek,
- b) **dojrzałość wczesnożółta (BBCH 83)** – następuje po upływie około tygodnia po dojrzałości zielonej. Charakteryzuje się pożółkłymi łodygami do 1/3 wysokości. Liście są już opadłe od dołu z 1/4 długości łodygi. Torebki nasienne zaczynają lekko żółknąć. Nasiona są wykształcone i zaczynają żółknąć. Komórki w pęczkach włókna przylegają do siebie, ścianki włókienek grubieją. Zdrewnienie włókna jest niezbyt daleko posunięte. Termin

sprzętu lnu w fazie wczesno żółtej dojrzałości jest powszechnie zalecany i obecnie na plantacjach przemysłowych zbiera się len w tej fazie,

c) dojrzałość żółta (BBCH 85) – to faza dojrzałości, którą len osiąga w tydzień po dojrzałości wczesnożółtej. Łodygi pożółkły całkowicie, liście opadły z 2/3 długości rośliny. Torebki nasienne są żółte, a najstarsze lekko brunatnieją. Nasiona w tym okresie są zupełnie uformowane, zaczynają na końcach brązowieć. Wyniki wieloletnich doświadczeń przeprowadzonych w Zakładach Doświadczalnych Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, jak również w innych krajach wykazują, że najodpowiedniejszy czas sprzętu lnu nasiennego przypada na okres żółtej dojrzałości słomy i nasion,

d) dojrzałość pełna – następuje mniej więcej 10–12 dni po dojrzałości żółtej. Słoma jest koloru ciemnożółtego, od dołu brunatna, torebki nasienne i szypułki brunatne, nasiona zawarte w torebkach są suche, przy potrąceniu „dzwonią”. Torebki nasienne posiadają tendencję do otwierania się. Na plantacjach porażonych przez grzyby, patogeny przenikają do nasion, powodując ich zakażenie i przenoszenie się choroby na rok następny. Podczas obfitującej w opady pogody następuje rozkład szypulek i torebki nasienne opadają. Zwiększają się wtedy straty nasion przy zbiorze lnu. Na roślinach w okresie dojrzałości pełnej pojawiają się nowe, zielone odrosty i len rozpoczyna wtórne kwitnienie. Łodygi nabierają zielonkawego koloru.

Plantacje lnu przenawożone azotem, uprawiane na nieodpowiednich stanowiskach, wylegnięte, porażone chorobami, o opóźnionym terminie siewu, narzucają trudności w ustaleniu odpowiedniego czasu zbioru. Objawy typowe dla poszczególnych faz dojrzewania nie występują tak wyraźnie. Słoma nie nabiera koloru żółtego, pozostaje zielona. Ustalając odpowiedni czas sprzętu takiego lnu, należy kierować się stopniem dojrzałości nasion, a ściślej mówiąc stopniem dojrzałości torebek nasiennych, które na takich plantacjach z koloru zielonego przechodzą w kolor brązowy. Sprzęt lnu z plantacji przenawożonych azotem należy przeprowadzić w okresie, gdy najstarsze torebki nasienne w dolnej części wiechy zaczynają lekko brązowieć.

Oczywiście, podane zalecenia mogą okazać się w praktyce rolniczej niewystarczające, gdyż niejednokrotnie len nie uzyskuje w ogóle koloru zielonożółtego, ani później koloru żółtego. Utrzymuje się niezmiennie kolor zielony. Zjawisko to jest najczęściej potwierdzeniem starego błędu agrotechnicznego, polegającego na przenawożeniu azotem. Należy jednak dodać, że wówczas kolor zielony utrzymuje się bardzo długo, wskutek wyjątkowo niesprzyjających warunków klimatycznych. W takiej sytuacji chcąc ustalić termin zbioru kierujemy się nie wyglądem

słomy, lecz stopniem dojrzałości torebek nasiennych. Jako prawidłowy termin zbioru słomy o utrzymującym się kolorze zielonym przyjmujemy ten, w którym torebki nasienne o kolorze również zielonym, przechodzą z pominięciem koloru żółtego od razu w kolor brązowy.

Niejednokrotnie, na skutek ulewnych deszczy lub gwałtownych burz następuje wylegnięcie lnu. Jeżeli nastąpi to przed kwitnieniem lub na jego początku, to można przyjąć, że len jeszcze się podniesie i większych strat z tego tytułu nie będzie. Gdy jednak wylegnięcie nastąpi po kwitnieniu, a szczególnie w czasie, kiedy nasiona w torebkach są już wykształcone, lecz mają jeszcze mleczne zabarwienie – mimo pewnego ryzyka, że słoma zbutwieje przy kontakcie z ziemią – należy jednak słomę pozostawić, a nie wrywać w tym okresie, aż do momentu, kiedy nasiona zaczną brązowieć. Na pogorszenie jakości słomy nie będzie to już miało większego wpływu, a przynajmniej uratuje się nasiona, które przy obecnie dość wysokiej cenie zrekompensują straty poniesione z tytułu pogorszenia jakości słomy.

Maszyny do wyrywania i odziarniania lnu

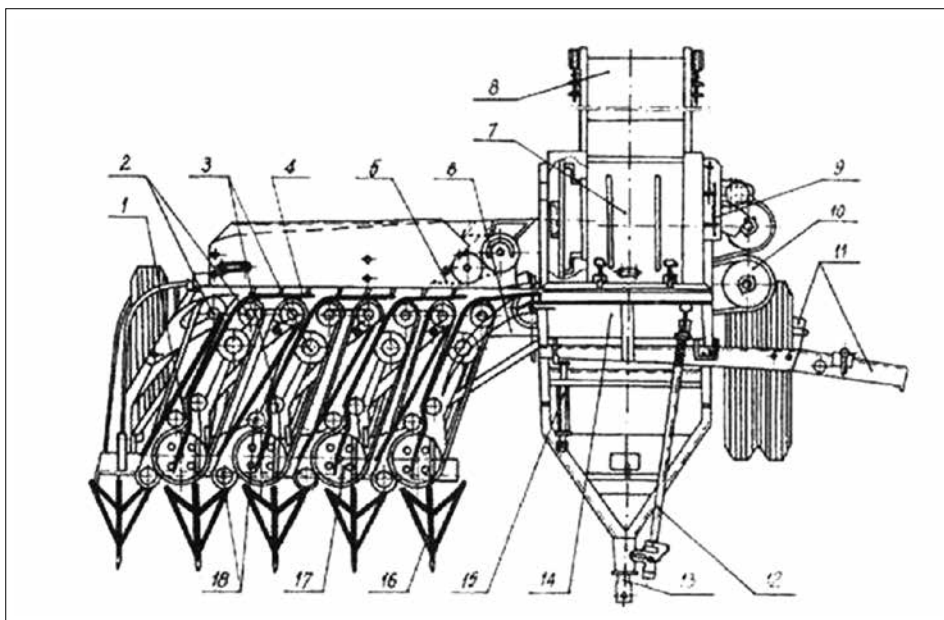
Specjalistyczne maszyny do zbioru lnu włóknistego produkowane są w Europie, głównie w krajach Federacji Rosyjskiej oraz w Czechach, Francji i Belgii. Relatywnie niewielka powierzchnia uprawy lnu oraz wysoki stopień specjalizacji tych maszyn powodują, że są one wytwarzane przez niewielu producentów maszyn rolniczych. W opracowaniu wymieniono wszystkie dostępne aktualnie maszyny do zbioru lnu włóknistego.

Do wyrywania lnu, odziarniania i ścielenia w warstwę lub wiązania w snopy przy tzw. sprzęcie jednofazowym najczęściej stosuje się importowane z Federacji Rosyjskiej seryjnie produkowane kombajny ŁKW – 4T i ŁK – 4T (Poradnik plantatora lnu włóknistego 2006). Maszyny te po modernizacjach noszą oznaczenie ŁKW – 4A i ŁK – 4A. Wykonują one następujące operacje:

- kombajn ŁKW – 4T i ŁKW – 4A: wyrywanie, odziarnianie i wiązanie w snopy lub wykonywanie tych zabiegów bez odziarniania,
- po zdemontowaniu wiązacza i zamontowaniu stołu rozścielającego maszyny te stają się wersjami ŁK – 4T i ŁK – 4A,
- kombajn ŁK – 4T i ŁK – 4A: wyrywanie, odziarnianie i ścielenie w warstwę lub tylko wyrywanie i ścielenie nieodziarnionych łodyg.

Kombajny ŁK – 4A i ŁKW – 4A w odróżnieniu od kombajnów ŁK – 4T i ŁKW – 4T wyposażono w:

- urządzenia do odchyłania przenośnika poprzecznego dla ułatwienia oczyszczania,
- ramę przesuwaną siłownikiem hydraulicznym, na której zamontowane są: odziarniarka, przenośnik zaciskowy i przenośnik torebek nasiennych dla zwiększenia zakresu przesuwania strefy roboczej odziarniarki (rys. 5).



Rys. 5. Kombajn ŁK – 4T: 1 – pasy wyrywające, 2 – koło pasowe napędzające, 3 – rolki przytrzymujące, 4 – prowadnice surowca, 5 – przenośnik poprzeczny, 6 – skrzynia przekładniowa, 7 – odziarniarka, 8 – przenośnik torebek nasiennych, 9 – łańcuch napędu odziarniarki, 10 – przenośnik zaciskowy, 11 – wspornik wiązacza i stołu rozścielającego, 12 – wał przegubowy, 13 – zaczep, 14 – przekładnia, 15 – siłownik hydrauliczny, 16 – rozdzielacze, 17 – koła pasowe napędzane, 18 – rolki dociskowe i napinające (Poradnik plantatora lnu włóknistego 2006)

Roszenie słomy na polu

Roszenie słomy lnianej jest to proces biologicznej degradacji (rozkładu) pektyn łączących włókno techniczne z otaczającymi je tkankami (szczególnie z drewnem). Roszenie może odbywać się w basenach – metodą moczenia lub na polu – metodą siania. **W Polsce dominuje technologia roszczenia metodą siania.** Podczas roszczenia na polu, na łodygach wyścielonego lnu rozwijają się grzyby saprofityczne (głównie *Cladosporium herbarum*, a także *Mucor pumbeus* i *Rhizopus nigricans*) oraz bakterie (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus asterosporus*, *Bacterium coli*), które rozkładają pektyny łączące włókno z otaczającymi tkankami, co umożliwia – podczas dalszego procesu technologicznego słomy roszczonej metodami mechanicznymi (międlenie, trzepanie) – wydobywanie włókna lnianego. W czasie roszczenia metodą siania, w dni wilgotne i deszczowe, łodygi znajdujące się w górnej części rozścielonego lnu są bardziej nawilżone, natomiast w dni suche (bez opadów i rosy) bardziej wilgotne są łodygi znajdujące się w spodniej warstwie rozścielonego lnu. Różnice w stopniu wyroszenia łodyg w górnej i dolnej stronie warstwy zmuszają plantatora do odwrócenia wyścielonego lnu. Zabieg ten wykonuje się

najczęściej w połowie procesu roszenia, tj. po 2–3 tygodniach od wyścienia słomy (Poradnik roszarnika 1965).

Wybór miejsca do rozścielenia słomy lnianej

Łąka

Najlepszym miejscem do rozścielenia słomy lnu jest łąka, na której w porze jesiennej występują obficie mgły i rosy. Łąka musi być uprzednio nisko skoszona, kretowiska wyrównane, liście i zanieczyszczenia usunięte.

Pastwisko

Dobrym miejscem do rozścielenia lnu może być należycie utrzymane pastwisko, jednak pod warunkiem, że przed roszeniem będą z niego usunięte odchody zwierząt, gdyż w tych miejscach następuje bardzo szybki porost trawy.

Koniczynisko

Gorszym miejscem do rozścielenia lnu jest koniczynisko, bowiem koniczyna jako roślina szerokolistna, szybko przerasta rozesłaną słomę, co powoduje niejednokrotnie i niekorzystne warunki nawilżania słomy. Silnie przerastająca koniczyna stwarza konieczność częstego odwracania lnu.

Ściernisko, lnisko

Mniej odpowiednim ścieliskiem jest ściernisko i lnisko – takich ścielisk należy w miarę możliwości unikać.

We wszystkich przypadkach przy rozścielaniu lnu należy unikać zagłębień, tj. miejsc, w których przez dłuższy czas utrzymuje się woda oraz miejsc ocienionych przez drzewa. Gromadząca się w zagłębieniach woda może powodować gnienie słomy, zwłaszcza gdy jest ona roszona w okresie chłódów jesiennych. Drzewa dające cień powodują niejednokrotnie zbyt duże nawilżenie łądy lub przesychanie, co odbija się ujemnie na przebiegu procesu roszenia.

LEN OLEISTY

Plonem podstawowym lnu oleistego są nasiona, dlatego roślina ta podobnie jak zboża, jest koszona w trakcie zbioru (Anjun i Hussain 2007). Len włóknisty uprawiany jest głównie dla włókna, dlatego jest wyrywany, aby wydobyć ze słomy jak najwięcej włókna.

Terminy zbioru

Zbiór lnu oleistego następuje, mniej więcej po 110–120 dniach od dnia siewu, gdy rośliny są w pełnej dojrzałości (BBCH 89). W tej fazie słoma jest koloru ciemno-żółtego, od dołu brunatna, torebki nasienne i szypułki brunatne, nasiona znajdu-

jące się w torebkach są suche. Oznaką pełnej dojrzałości lnu oleistego jest brązowy (odmiany Bukoz, Szafir) lub intensywnie złoty (odmiany Jantarol, Oliwin) kolor nasion. W tym czasie dojrzałe nasiona lnu oleistego charakterystycznie „dzwonią” w torebkach nasiennych po ich potrząśnięciu. Plantacje lnu zasobne w azot, uprawiane na nieodpowiednich stanowiskach, wylęgnięte, porażone chorobami, o opóźnionym terminie siewu, następczą trudności w ustaleniu odpowiedniego czasu zbioru.

Objawy typowe dla poszczególnych faz dojrzewania nie występują tak wyraźnie. Słoma nie nabiera koloru żółtego, pozostaje zielona. Ustalając odpowiedni czas sprzętu takiego lnu, należy kierować się stopniem dojrzałości nasion, a ściślej mówiąc stopniem dojrzałości torebek nasiennych, które na takich plantacjach z koloru zielonego przechodzą w kolor brązowy. Sprzęt lnu z plantacji zasobnych w azot należy przeprowadzić w okresie, gdy najstarsze torebki nasienne w dolnej części wiechy zaczynają lekko brązowieć.

Maszyny do zbioru

Zbiór lnu oleistego przeprowadzić można przy pomocy kombajnów zbożowych, przy parametrach podobnych jak przy zbiorze rzepaku ozimego. Warunkiem efektywnego koszenia lnu oleistego kombajnem jest niska wilgotność łanu oraz zastosowanie kombajnu ze specjalną kosą Easy Cut II Gebr. Prędkość robocza kombajnu nie powinna przekraczać 2 km/godz.

Suszenie nasion

Wymłócone nasiona o wilgotności ponad 12% najpierw należy wstępnie oczyścić i dosuszyć ciepłym powietrzem, najlepiej wdmuchiwanym w podłogi rusztowe. Następnie nasiona poddawane są właściwemu czyszczeniu i dosuszaniu. W praktyce siemię lniane dosusza się ciepłym powietrzem w przedziale temperatur od 28 do 40°C. Wilgotność nasion przeznaczonych do dłuższego składowania nie może przekraczać 7% (Tańska 2013).

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

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

- Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie (CDR), z trzema oddziałami: w Krakowie, Poznaniu i Radomiu,
- 16 wojewódzkich Ośrodków Doradztwa Rolniczego (ODR).

Centrum Doradztwa Rolniczego funkcjonuje jako państwowa jednostka prawna i podlega bezpośrednio ministrowi rolnictwa i rozwoju wsi. Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego z uwagi na wejście w życie Ustawy z dnia 22 czerwca 2016 r. 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 ministrowi właściwemu 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 gminne 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 grudnia 1995 r. (Dz.U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. z 2013 r. poz. 672).

Aby korzystać ze wsparcia w ramach działania „Korzystanie z usług doradczych przez rolników i posiadaczy lasów”, firmy prywatne muszą uzyskać akredytację ministra rolnictwa i rozwoju wsi. Instytucją odpowiedzialną za doskonalenie zawodowe w zakresie problematyki rolnictwa i rozwoju obszarów wiejskich doradców rolniczych jest Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Poprzez szkolenia, przygotowało doradców do realizacji działań w ramach polityki rolnej i Programów Rozwoju Obszarów Wiejskich: 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 rolno środowiskowych,

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

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

- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego, wynikających ze stosowania pestycydów,
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów,
- ograniczenie stosowania szkodliwych substancji czynnych przez zastąpienie ich substancjami 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, s. 71). Krajowy Plan Działania 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 KPD, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w artykule 4 mówi wyraźnie: „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5–15”, a w artykule 13: „Państwa członkowskie ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. W szczególności zapewniają one, aby użytkownicy profesjonalni mieli do dyspozycji informacje i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych i podejmowania odpowiednich decyzji, jak również usługi doradcze w zakresie integrowanej ochrony roślin”. Zatem to na państwie polskim ciąży obowiązek stworzenia odpowiednich systemów i zapewnienia rolnikom narzędzi umożliwiających stosowanie integrowanej ochrony roślin, co wiąże się z określonymi nakładami finansowymi.

W Krajowym Planie Działania dużą wagę przykładą się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, przez działania edukacyjno-informacyjne, które mają wspierać rolników we wdrażaniu tych zasad. Do wspomnianych działań należą m.in.: opracowywanie metodyk integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeksu dobrej praktyki ochrony roślin, systemów wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujących 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 podejmowaniu 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 pojawiania się agrofagów i nasilenia ich występowania jest obecnie szczególnie ważne, gdy obok uniknięcia strat w plonie pod uwagę należy brać czynnik ekonomiczny, środowiskowy oraz obowiązek prowadzenia ochrony roślin w oparciu o zasady integrowanej ochrony,
- dokonanie oceny i wyboru: gdy populacja agrofaga zbliży się do wyznaczonego progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może okazać się zastosowanie skutecznego pestycydu wywierającego najmniejszy wpływ na środowisko i ludzi. W przypadku szkodników nie można zapomnieć o sprawdzeniu liczby pożytecznych organizmów, np. owadów, których obecność może sugerować, że populacja szkodników zmaleje bez interwencji,
- sygnalizacja: polega na powiadomieniu producenta przez służby doradcze ochrony roślin o pojawieniu się konkretnej choroby, szkodnika czy innych agrofagów oraz konieczności wykonania właściwego zabiegu w określonym terminie.

Uwzględniając priorytety określone w KPD 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. Jednym z kluczowych założeń realizacji tego systemu jest 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 oraz realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w gospodarstwach tych była prowadzona przez doradców obserwacja nasilenia występowania agrofagów w celu uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwoli na efektywne prowadzenie sygnalizacji wystąpienia agrofagów.

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w rozwoju metod sygnalizacji dzięki wdrażaniu systemów wspomagających określenie optymalnego terminu zabiegu (System Wspomagania Decyzji). „Narzędzia” te stanowią element nowoczesnego doradztwa i są wykorzystywane w pracy doradczej (Pruszyński i Wolny 2009).

Aby wyniki monitoringu przyniosły korzyści, wykonanie obserwacji wymaga zaangażowania wielu przygotowanych do tych obowiązków specjalistów, którzy zabezpieczą prawidłowy zbiór i właściwe przekazanie informacji. System umożliwia korzystanie z doradztwa on-line z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

Centrum Doradztwa Rolniczego od 2012 roku prowadzi doskonalenie zawodowe doradców w zakresie integrowanej ochrony roślin. W latach 2013–2014 na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zostały zrealizowane projekty szkoleniowe, w ramach których przeszkolono łącznie 1483 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 Unii Europejskiej.

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

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

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

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

Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie pełnić ma nowo utworzona, internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma została przygotowana przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Nawożenia Uprawy i Gleboznawstwa w Puławach, a także innymi placówkami naukowo-badawczymi oraz ośrodkami doradztwa rolniczego. Ma to być narzędzie, które pomoże rolnikom w codziennej pracy.

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

Platforma Sygnalizacji Agrofagów była w początkowej fazie poddawana testom wykonywanym wspólnie z ośrodkami doradztwa rolniczego. Biorąc pod uwagę doświadczenie jednostek naukowych, instytucji i organizacji branżowych oraz dotychczasową współpracę w upowszechnianiu i stosowaniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, zachęcamy do aktywnego wykorzystania Platformy Sygnalizacji Agrofagów, w tym monitorowania agrofagów w uprawach i udostępniania wyników rolnikom.

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

Wykorzystano informacje z następujących stron:

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

14. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

Obowiązek prowadzenia dokumentacji dotyczącej stosowania środków ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych wynika z art. 67 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy, jak: nazwa środka ochrony roślin, czas zastosowania i 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 przez 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. 16).

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

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

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.

Tabela 16. 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 ³], [kg/ha], [kg/m ³], [kg/t] lub stężenie [%]		faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Źródło: Beres i wsp. (2013)

15. FAZY ROZWOJOWE LNU

Wzrost zainteresowania wykorzystaniem lnu, a co się z tym wiąże wzrost powierzchni uprawy tej rośliny stawia nowe wyzwania plantatorom i doradcom. Wyzwania te w znacznej części dotyczą stosowania środków ochrony roślin. Wiadomo, że najpowszechniej stosowanymi środkami ochrony roślin w uprawie lnu są herbicydy i desykanty, a ich bezpieczne stosowanie w znacznej mierze zależy od fazy rozwojowej tejże rośliny.

Skala BBCH jest uniwersalnym kodem opisującym fazy rozwojowe roślin uprawnych, wykorzystywanym na całym świecie przez służby doradcze, producentów środków ochrony roślin i hodowców. 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, precyzyjnie wskazujący w jakiej fazie rozwojowej roślina się znajduje.

Len zwyczajny posiada dwie formy – jarą i ozimą, których wczesne fazy rozwojowe nieznacznie różnią się pomiędzy sobą. Główne różnice dotyczą rozwoju dolnych rozgałęzień (forma ozima tworzy boczne rozgałęzienia u nasady pędu głównego). Przedstawiona poniżej skala BBCH dotyczy formy jarej lnu zwyczajnego, która uprawiana jest znacznie częściej. Główne fazy rozwojowe formy jarej lnu to 0: Kiełkowanie, 1: Rozwój liści na pędzie głównym, 3: Wzrost pędu głównego, 5: Rozwój kwiatostanu, 6: Kwitnienie, 7: Rozwój owoców, 8: Dojrzewanie owoców i nasion. Dla formy ozimej lnu przypisana jest jeszcze główna faza rozwojowa 2: Tworzenie bocznych rozgałęzień, natomiast zarówno dla fazy jarej i ozimej nie pojawia się, występująca w przypadku innych roślin uprawnych – główna faza rozwojowa 4 przypisana zwykle rozwojowi organów rozmnażania wegetatywnego (Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH). Główne fazy rozwojowe podzielone są na fazy podrzędne. W skali BBCH arytmetycznie wyższy kod wskazuje na późniejszą fazę rozwojową rośliny uprawnej. Dzięki systemowi kodowemu można również dokładnie opisać przedział czasowy pomiędzy fazami np. zapis 51–69 dotyczy okresu od pojawienia się pierwszych pąków kwiatowych do końca kwitnienia. Z uwagi na fakt, że na plantacji mogą znajdować się rośliny lnu w różnych fazach rozwojowych, odpowiedni kod przypisuje się tej fazie, w jakiej znajduje się większość roślin.

KOD OPIS**Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie**

- 00 Suche nasiona
- 01 Początek pęcznienia nasion
- 03 Koniec pęcznienia nasion
- 05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z nasienia
- 06 Wzrost pierwszego korzenia, tworzenie włośników i korzeni bocznych
- 07 Z okrywy nasiennej wyłania się kiełek (hypokotyl) z liścieniami
- 08 Hypokotyl z liścieniami rośnie w kierunku powierzchni gleby
- 09 Liścienie przedostają się na powierzchnię gleby

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści (główny pęd)

- 10 Liścienie całkowicie rozwinięte
- 11 Faza 1 liścia
- 12 Faza 2 liścia
- 13 Faza 3 liścia
- 1. Fazy trwają aż do ...
- 19 Faza 9 lub więcej liści właściwych

Główna faza rozwojowa 3: Wzrost (wydłużanie się) pędu głównego

- 30 Początek wzrostu pędu
- 32 Pęd osiągnął 20% długości typowej dla odmiany
- 33 Pęd osiągnął 30% długości typowej dla odmiany
- 34 Pęd osiągnął 40% długości typowej dla odmiany
- 35 Pęd osiągnął 50% długości typowej dla odmiany
- 3. Fazy trwają aż do ...
- 39 Pęd osiągnął 90% długości typowej dla odmiany

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu

- 50 Pąki kwiatowe zakryte w liściach
- 51 Widoczne pierwsze pąki kwiatowe wysunięte z liści
- 53 Dobrze widoczne pierwsze pąki kwiatowe
- 55 Widoczne pierwsze pąki kwiatowe na bocznych rozgałęzieniach
- 59 Widoczne pierwsze płatki kwiatowe, pąki kwiatowe nadal zamknięte

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

- 60 Otwarte pierwsze kwiaty (sporadycznie)
- 61 Początek kwitnienia: 10% otwartych kwiatów
- 62 20% otwartych kwiatów
- 63 30% otwartych kwiatów

- 65 Pełnia kwitnienia: 50% otwartych kwiatów, pierwsze płatki mogą opadać i zasychać
- 67 Końcowa faza kwitnienia: większość płatków opadła
- 69 Koniec fazy kwitnienia: widoczne ułożenie torebek nasiennych

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców (zielona dojrzałość lnu)

- 71 Początek rozwoju owoców, 10% torebek nasiennych uzyskało ostateczną wielkość
- 73 30% torebek nasiennych osiągnęło ostateczną wielkość
- 75 50% torebek nasiennych osiągnęło ostateczną wielkość
- 77 70% torebek nasiennych osiągnęło ostateczną wielkość
- 79 Prawie wszystkie torebki nasienne uzyskały ostateczną wielkość

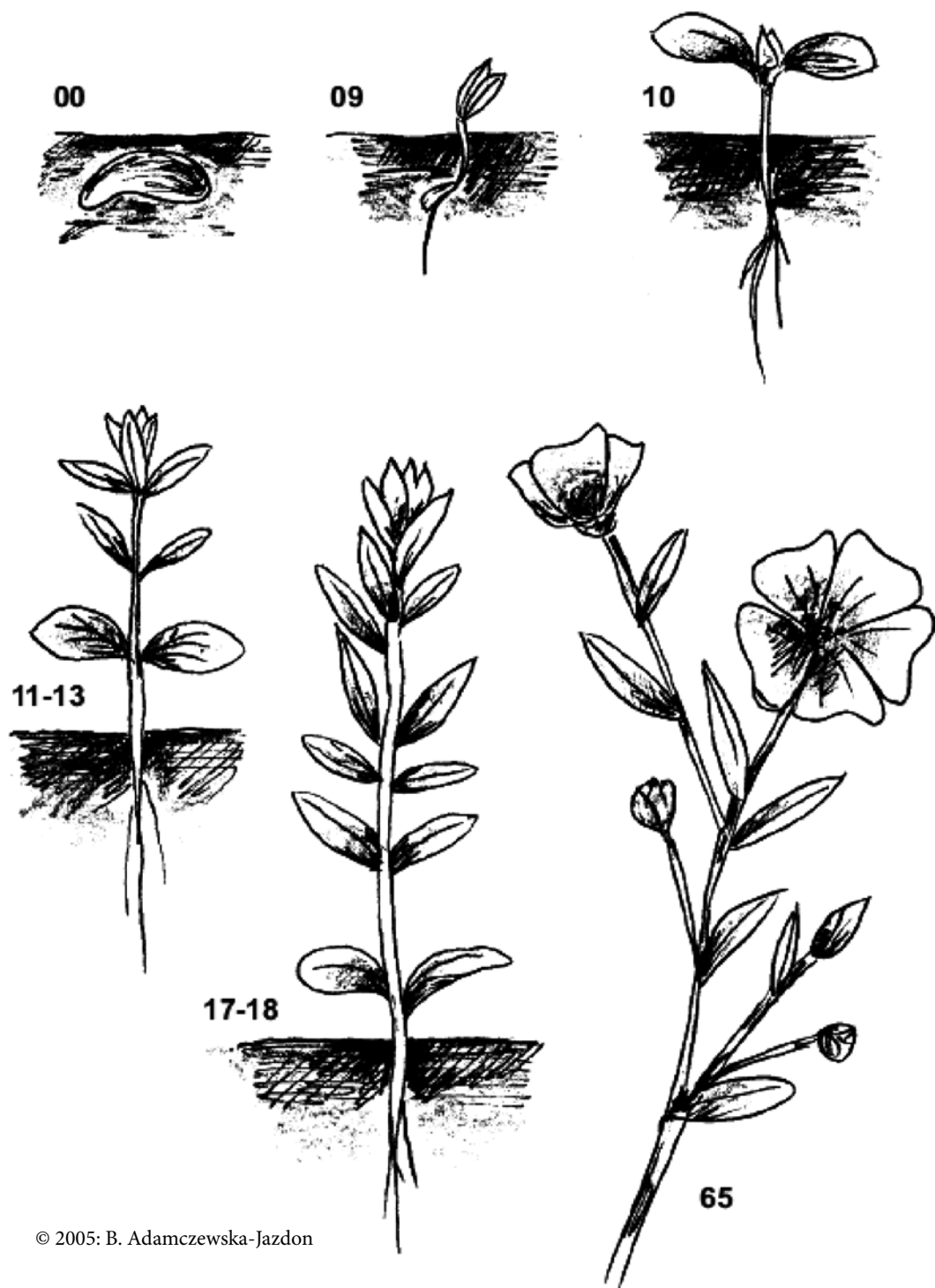
Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie owoców i nasion

- 81 Początek dojrzewania nasion, nasiona zielone, wypełniają zagłębienia w torebce
- 83 Dojrzałość wczesnożółta (zielonożółta dojrzałość), łodygi pożółkłe do 1/3 wysokości, dolne liście opadły (1/4 wysokości roślin), torebki nasienne zaczynają żółknąć
- 85 Dojrzałość żółta – łodygi całkowicie pożółkłe, dolne i środkowe liście opadły (2/3 wysokości roślin), torebki nasienne żółte, nasiona w pełni uformowane, zaczynają brązowieć
- 89 Dojrzałość pełna, łodyga ciemnożółta, torebki nasienne i szypułki brązowe, suche nasiona

Główna faza rozwojowa 9: Starzenie, początek okresu spoczynku

- 97 Roślina zamiera i zasycha
- 98 Zebrane nasiona, okres spoczynku

Len



16. LITERATURA

- Adamczewski K., Dobrzański A. 1997. Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach uprawy roślin. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 37 (1): 58–65.
- Ammon H.U. 1997. Weed control in transition – from weed eradication to vegetation management. *Proceedings of 10th EWRS Symposium*, Poznań: 87–94.
- Andruszewska A., Rolski S., Błoch J., Rutkowska E., Byczyńska M. 1998. Contribution of flax genetic resources from VIR collection in the programme of breeding for resistance to *Fusarium* Wilt in Poland. *Natural Fibres / Special Edition* 2: 124–128.
- Andruszewska A., Wysakowska I. 1996. Możliwość ochrony lnu przed fuzariozą przez zastosowanie zapraw do nasion z grupy triazoli. *Materiały Sympozjum: „Nowe kierunki w fitopatologii”*. Kraków, 11–13 września 1996: 183–186.
- Anjun F.M., Hussain S. 2007. Flaxseed (linseed) a valuable grain: a view. *Food Australia* 59: 597–599.
- Bałazy S. 2000. Zróżnicowanie grup funkcjonalnych grzybów entomopatogenicznych. *Biotechnologia* 3: 11–32.
- Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. PWRiL, Poznań, 255 ss.
- Białołosowa J., Tumalewicz B., Wierzbicki J. 1954. Lniarstwo. PWRiL, Warszawa, 308 ss.
- Boczek J. 1966. Roztocze – szkodniki roślin i produktów przechowywanych. PWRiL, Warszawa, 246 ss.
- Boczek J., Błaszak Cz. 2016. Roztocze (Acari). Znaczenie w życiu i gospodarce człowieka. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 248 ss.
- Boczek J., Czajkowska B. 1996. Klucz do rozkruszków (Acarida: Acaroidea). W: „Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych”. Tom 2. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 31–52.
- Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. PWN, Warszawa, 593 ss.
- Branżowa Norma BN-78/7511-17. Słoma lnu włóknistego surowa.
- Budzyński W., Zajac T. (red.). 2010. Rośliny oleiste uprawa i zastosowanie. PWRiL, Poznań, 300 ss.
- Campbell A., Singh N.B., Sinha R.N. 1976. Bioenergetics of the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Canadian Journal of Zoology* 54: 786–798.
- Ciepielewska D. 1991. Biedronki (Coleoptera, Coccinellidae) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. *Polskie Pismo Entomologiczne/Polish Journal of Entomology* 61: 129–138.
- Couteaudier Y., Alabouvette C. 1990. Survival and inoculum potential of conidia and chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* in soil. *Canadian Journal of Microbiology* 36 (8): 551–556.
- Curtis Ch.E. 1974. Comparative biologies of *Oryzaephilus surinamensis* and *O. mercator* (Coleoptera: Cucujidae) on dried fruits and nuts. *Technical Bulletin* 1488, 114 ss.
- Czaczyk Z. 2012. Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych. *Journal of Research Applications in Agricultural Engineering* 57 (2): 31–40.

- Czyżewska S. 1962. Badania nad chorobami lnu przeprowadzonymi w Instytucie Ochrony Roślin. Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin 24: 185–206.
- Czyżewska S., Zarzycka H. 1964. Gatunki *Fusarium* wyosobnione z lnu (*Linum usitatissimum*). Acta Agrobotanica 12: 145–185.
- Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. EPPO Bulletin 15: 333–335.
- Dobie P. 1973. An investigation into the use of an x-ray technique in the study of pre-emergent stages of *Sitophilus oryzae* (L.) developing in Manitoba wheat. Journal of Stored Products Research 9: 7–12.
- Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, 6 ss.
- Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. ISiK, Skierniewice, 96 ss.
- Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.
- Durrant A. 1958. Environmental Conditioning of Flax. Nature 181, N. 4613: 928–929.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 625. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2013 r. „(...) w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywania środków ochrony roślin”.
- Endres G., Hanson B., Halvorson M., Schatz B., Henson B. 2002. Flax response to nitrogen and seeding rates. Proceedings of the 59th Flax Institute of the United States, 21–23.03.2002: 196–198.
- Fiedler Ż. 2007. Organizmy pożyteczne, występowanie, identyfikacja oraz wykorzystanie w integrowanej produkcji w Polsce (D. Sosnowska, red.). Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 84 ss.
- Fiedler Ż., Sosnowska D. 2008. Metody biologiczne w rolnictwie ekologicznym. s. 167–175. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych” (E. Matyjaszczyk, red.). Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 394 ss.
- Fiedorow Z., Gołębiak B., Weber Z. 2004. Choroby roślin rolniczych. Akademia Rolnicza, Poznań: 177–183.
- Fouilloux G. 1988. Breeding flax methods. Proceedings of the EEC Flax Workshop, held in Brussels, Belgium, 4–5.05.1988: 14–25.
- Geiger H.H., Heun M. 1989. Genetics of quantitative resistance to fungal diseases. Annual Review of Phytopathology 27: 317–341.
- Godyń A., Doruchowski G. 2009. Poradnik. Mycie opryskiwaczy. Publikacja w ramach projektu LIFE05ENV/B/000510 „Szkolenie operatorów opryskiwaczy w celu zapobiegania skażeniom miejscowym”. ISiK, Skierniewice, 22 ss.
- Hagstrum D.W., Klejdysz T., Subramanyam B., Nawrot J. 2013. Atlas of Stored-Product Insects and Mites. AACC International, St. Paul, Minnesota, 600 ss.
- Hagstrum D.W., Milliken G.A. 1988. Quantitative analysis of temperature, moisture and diet factors affecting insect development. Annals of the Entomological Society of America 81: 539–546.

- Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa, 321 ss.
- Heller K. 1998. Dynamika zbiorowisk chwastów segetalnych upraw lnu włóknistego w Polsce na przestrzeni lat 1967–1996. Wydawnictwo Instytutu Włókien Naturalnych, Poznań, 105 ss.
- Heller K. 2007. Możliwości ograniczania strat powodowanych przez suszę w uprawie roślin. *Magazyn Farmerski* 1: 12–14.
- Heller K. 2012. Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego. Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań, 87 ss.
- Heller K., Konczewicz W., Byczyńska M., Łukaszevska N., Praczyk M. 2008. The effect of fibre flax growing technologies on plants ontogenesis and cultivars yielding capacity. *Proceedings of International Conference on Flax and other Bast Plants, Saskatchewan Canada*: 315–325.
- Hołownicki R., Doruchowski G. 2006. Rola techniki opryskiwania w ograniczaniu skażenia środowiska środkami ochrony roślin. *Inżynieria Rolnicza* 5: 239–247.
- Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2012. Techniki ograniczające znośnienie dla upraw polowych i sadowniczych. Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15.11.2012: 120–137.
- Howe R.W. 1960. The effects of temperature and humidity on the rate of development and the mortality of *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera, Tenebrionidae). *Annals of Applied Biology* 48: 363–376.
- http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/comcat_agri_2008/index_en.htm
- http://www.coboru.pl/Polska/Rejestr/odm_w_rej.aspx?kodgatunku=LWP
- Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. *Nowoczesne Rolnictwo* 8: 46–47.
- Jasińska Z., Kotecki A. (red.). 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Tom II. Akademia Rolnicza, Wrocław, 690 ss.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki aplikacji i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 12–13.10.2010: 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.
- Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. 2005. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 134 ss.
- Kochman J. 1973. Fitopatologia. Wyd. II. PWRiL, Warszawa: 648–650.
- Kochman J., Węgorek W. (red.). 1997. Ochrona Roślin. Wydanie V. Plantpress, Kraków, 701 ss.
- Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Kawczyńska W., Paradowski A., Radziemska-Bonowicz K., Śliwa B. 2012. Zalecenia ochrony roślin na lata 2012/2013 dotyczące zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Część II. *Rośliny Rolnicze*, Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 512 ss.
- Korbas M., Mrówczyński M. (red.). 2011. Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 189 ss.

- Krajewski A. 2005. Szkody powodowane przez owady w materialnych dobrach kultury. Materiały z Konferencji Krajowej „Potrzeby konserwatorskie obiektów sakralnych na przykładzie makroregionu łódzkiego”. Łódź, 9–10.12.2005: 21–29.
- Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2010. Fitopatologia. Podstawy fitopatologii. Tom 1. PWRiL, Poznań, 648 ss.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Grzyby (Mycota). Tom XXII. PAN, Instytut Botaniki, Warszawa-Kraków, 152 ss.
- Kwiecińska E. 2004. Plenność niektórych gatunków chwátów segetalnych na glebie lekkiej. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E*, 5: 1183–1191.
- Labalette F. 2011. Linseed: Production in Europe and potentialities for the future. 3th Thematic Workshop of Crops Industry. Bodeaux, 18 February 2011. <https://businessdocbox.com/Agriculture/71847033-Linseed-production-in-europe-and-potentialities-for-the-future.html> [dostęp: 15.07.2017].
- Lindgren D.L., Vincent L.E., Krohne H.E. 1955. The khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *Hilgardia* 24: 1–36.
- Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. 2009, 2012. COBORU, Słupia Wielka.
- Longstaff B.C. 1981. Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): a critical review. *Protection Ecology* 2: 83–130.
- Lundkvist A. 1996. Weather effects on herbicide efficacy at reduced doses. A system approach. *Acta Universitatis Agriculturae Agraria*. 14. Swedisch University of Agricultural Sciences, Uppsala, 50 ss.
- Łacicowa B., Kiecana I. 1978. Badania nad chorobami lnu (*Linum usitatissimum* L.) uprawianego na Lubelszczyźnie. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E, Ochrona Roślin* 8 (2): 95–105.
- Łacicowa B., Machowicz-Stefaniak Z. 1983. Wpływ niektórych roślin uprawnych na poprawę fitosanitarnego stanu gleby zakażonej przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E*, 13 (1–2): 135–145.
- Łacicowa B., Machowicz-Stefaniak Z., Swatowska M. 1983. Wpływ zmianowania na wyniszczenie gleby powodowane przez *F. oxysporum* f. sp. *lini*. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E*, 13 (1–2): 111–133.
- Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, 211 ss.
- Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Tom I. PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2010. Ochrona entomofauny pożytecznej na plantacjach jęczmienia. W: „Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego”. Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 122–126.
- Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. *Streszczenia 55. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego*: 197–198.
- Oczapowski M. 1837. Gospodarstwo wiejskie. Tom VI. Uprawa roślin fabrycznych. Gospodarstwo wiejskie obejmujące w sobie wszystkie gałęzie przemysłu rolniczego, teoretyczno-praktycznie wyłożone przez Michała Oczapowskiego. Wydawnictwo Merzbach, Warszawa, 302 ss.

- Piątkowski J. 2001. Pożyteczne owady, roztocze i nicienie pomocne w zwalczaniu szkodników. Owocce, Warzywa, Kwiaty 4: 11–13.
- Polska Norma PN-P-80103. Słoma lnu włóknistego.
- Polska Norma PN-P-80104. 1997. Surowce włókiennicze. Włókno lniane długie trzepane i czesane biologicznie. Wymagania. Polski Komitet Normalizacyjny.
- Poradnik brakarza włókna lnianego i konopnego 1987. Wydawnictwo Instytutu Włókien Naturalnych, Poznań, 128 ss.
- Poradnik plantatora lnu włóknistego 2006. (R. Kozłowski, red.). Wydawnictwo Instytutu Włókien Naturalnych, Poznań, 34 ss.
- Poradnik roszarnika. 1965. Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Warszawa, 659 ss.
- Praczyk T. 2008. Integrowane zwalczanie chwastów. W: „Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego”. Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 30–36.
- Pruszyński G. 2007. Ochrona entomofauny pożytecznej w integrowanych technologiach produkcji roślinnej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (1): 103–107.
- Pruszyński G. 2008. Ochrona entomofauny pożytecznej występującej na plantacjach rzepaku. W: „Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego”. Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 63–70.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego, Brwinów, Oddział Poznań, 56 ss.
- Pruszyński S., Lipa J.J. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin 12 (2): 99–116.
- Pruszyński S., Wolny S. 2009. Dobra Praktyka Ochrony Roślin. Instytut Ochrony Roślin, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, Poznań, 56 ss.
- Przybył J. 2008. Technika w integrowanej produkcji rzepaku. W: „Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego”. Instytut Ochrony Roślin, Poznań: 73–78.
- Rola J., Rola H. 1997. Distribution of weeds in Poland. Proceedings of 10th Symposium EWRS: 14.
- Sinha R.N. 1972. Infestibility of oilseed, clover and millet by stored-product insects. Canadian Journal of Plant Sciences 52: 431–440.
- Solarz K. 2013. Obrzeżki gołębie, czyli miękkie kleszcze synantropijne. Ektopasożyty ptaków i ludzi. Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Pracowników Dezynfekcji, Dezynsekcji i Deratyzacji 1 (72): 24–26.
- Sosnowska D., Fiedler Ż. 2013. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych” Tom I. (M. Mrówczyński, red.). PWRiL, Poznań: 45–59.
- Sójkowski Z. 1971. Udział mikroelementów w metabolizmie roślin. PWRiL, Warszawa, 231 ss.
- Staniszki W. 1937. Różnice między lnami Wołóżyńskim i Petkuskim w reagowaniu na wilgotność gleby. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych 43: 122–127.
- Strong R.G., Okumura G.T., Shur D.E. 1959. Distribution and host range of eight species of *Trogoderma* in California. Journal of Economic Entomology 52: 830–836.
- Sultana C. 1983. The cultivation of fibre flax. Outlook of Agriculture 12: 104–110.
- Szysko J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 12: 45–57.

- Turner J. 1987. Liseed law – a handbook for growers and advisers. BASF, Suffolk, Great Britain.
- Tylkowska K., Dorna H., Szopińska D. 2007. Patologia nasion. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu: 28–77.
- 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.
- Węgorek P., Korbas M., Zamojska J., Kierzek R., Piszczek J., Pieczul K. 2013. Odporność agrofagów na środki ochrony roślin. s. 87–127. W: „Integrowana ochrona upraw rolniczych, Podstawy integrowanej ochrony” (M. Mrówczyński, red.). PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Węgorek 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. Działkowiec, Warszawa, 120 ss.
- Wojciechowski J., Zielińska D., Tumalewicz W. 1960. Wpływ różnej wilgotności gleby na plon oraz cechy morfologiczne i anatomiczne dwu odmian lnu w różnych fazach rozwojowych. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych 4 (4): 46.
- Zajac T. 2004. Współczesne uwarunkowania uprawy i wykorzystania lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.). Postępy Nauk Rolniczych 2: 77–91.
- Zaleski K., Błaszczak W., Glaser T. 1959. Badania nad biologią i chorobotwórczością 4 gatunków *Fusarium* z łubinów i 2 szczepów *Rhizoctonia solani* oraz próby ich zwalczania w warunkach szklarniowych. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych 5 (7): 3012–3016.
- Zarzycka H. 1973. Badania nad zakażeniem gleby przez grzyby z rodzaju *Fusarium* patogeniczne dla lnu. Prace Instytutu Krajowych Włókien Naturalnych 20: 97–112.
- Zarzycka H. 1977. Fungicydy systemiczne w walce z chorobami lnu. Materiały XVII Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu: 251–277.

ISBN 978-83-64655-34-0