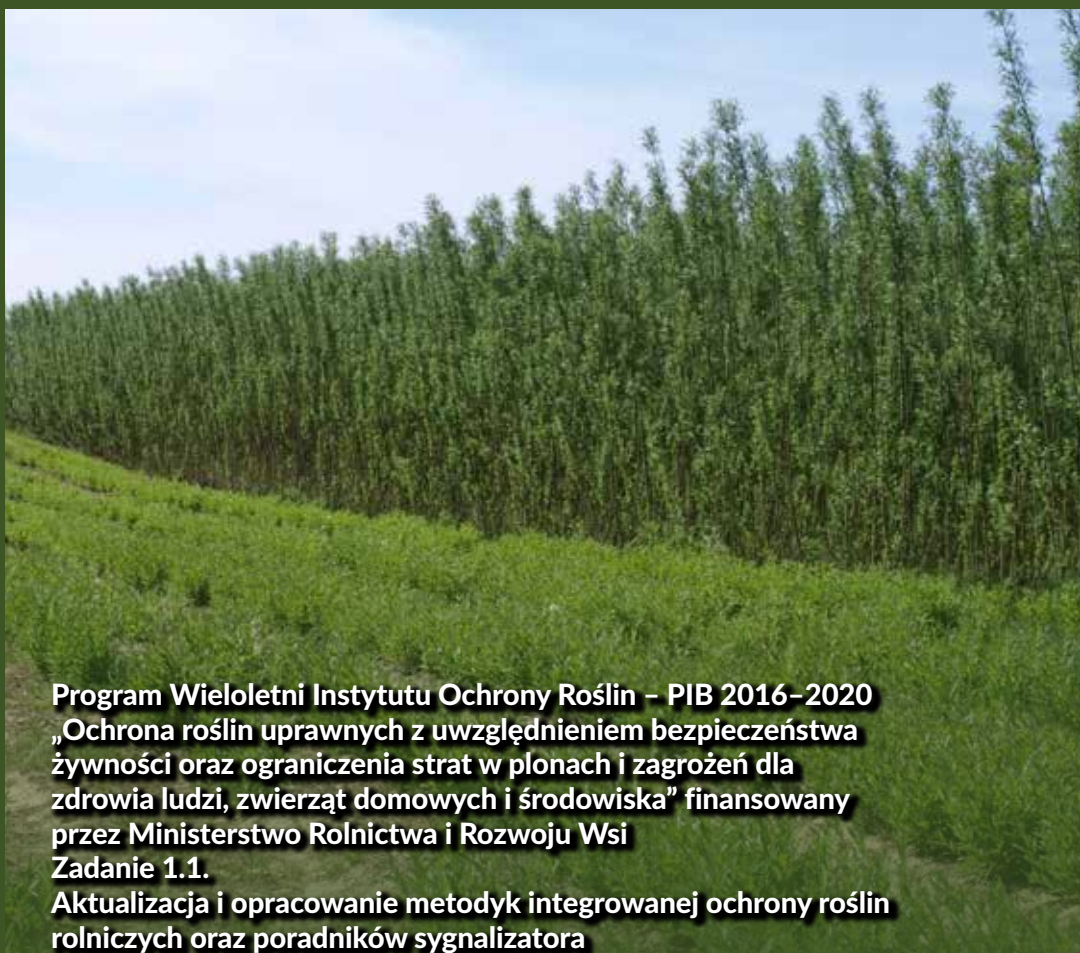




**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Metodyka integrowanej ochrony wierzby krzewiastej 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 wierzby krzewiastej dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr Katarzyny Nijak, dr. inż. Przemysław Strażyńskiego,
prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2016–2020

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

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

POZNAŃ 2018

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
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 Katarzyny Nijak, dr. inż. Przemysława Strażyńskiego,
prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

dr inż. Tomasz Sekutowski⁵

Autorzy opracowania:

dr Katarzyna Nijak ¹	prof. dr hab. Paweł Węgorzek ¹
dr Przemysław Strażyński ¹	dr Joanna Zamojska ¹
prof. dr hab. Marek Mrówczyński ¹	mgr Daria Dworzanska ¹
dr hab. Mariusz Matyka, prof. nadzw. ²	dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka ¹
prof. dr hab. Jan Kuś ²	dr hab. Roman Kierzek, prof. nadzw. IOR–PIB ¹
dr Wojciech Miziniak ¹	dr hab. Henryk Ratajkiewicz ³
mgr Joanna Krzywińska ¹	dr Grzegorz Gorzała ⁴

¹ Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

² Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

⁴ Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Warszawie

⁵ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, O/Wrocław

Autorzy zdjęć:

Przemysław Strażyński, Katarzyna Nijak, Mariusz Matyka, Wojciech Miziniak

Korekta redakcyjna:

mgr Monika Kardasz

ISBN

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

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	5
2.	PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY	7
2.1.	Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin	7
2.2.	Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych.....	9
3.	OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE WIERZBY KRZEWIASTEJ.....	16
3.1.	Stanowisko	16
3.2.	Przygotowanie gleby	16
3.3.	Zintegrowany system nawożenia	17
3.4.	Zakładanie plantacji	19
3.5.	Plonowanie wierzby.....	21
4.	ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE WIERZBY	24
4.1.	Kierunki hodowli wierzby	24
4.2.	Dobór odmian wierzby w integrowanej ochronie	26
5.	REGULACJA ZACHWASZCZENIA	31
5.1.	Najważniejsze gatunki chwastów	31
5.2.	Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia	48
5.2.1.	Metoda agrotechniczna	48
5.2.2.	Allelopatia w ograniczaniu zachwaszczenia	52
6.	OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB.....	54
6.1.	Najważniejsze choroby	54
6.2.	Niechemiczne metody ochrony wierzby.....	61
6.2.1.	Metoda hodowlana i agrotechniczna.....	61
6.2.3.	Metoda biologiczna.....	65
7.	OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI.....	66
7.1.	Ograniczanie strat powodowanych przez gatunki owadów szkodliwych.....	66
7.1.1.	Najważniejsze gatunki szkodników	66
7.1.2.	Możliwości integrowanej ochrony wierzb przed szkodnikami.....	82
7.2.	Zalecenia dotyczące ograniczania strat powodowanych przez zwierzynę łowną na plantacjach wierzby	85
8.	ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN.....	95
8.1.	Odporność chwastów na środki ochrony roślin	95
8.2.	Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin	100
8.3.	Odporność szkodników na środki ochrony roślin	105

9.	METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE WIERZBY KRZEWIASTEJ I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH.....	107
10.	OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY	120
11.	PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU.....	122
12.	WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN	125
	12.1. Przechowywanie środków ochrony roślin.....	125
	12.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin	126
	12.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu	135
13.	ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY WIERZBY	140
14.	ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN	147
15.	LITERATURA.....	152

1. WSTĘP

Od początku 2014 roku w Unii Europejskiej obowiązuje uprawa roślin, w tym wierzby, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Opracowanie ma służyć pomocą rolnikom i doradcom we wdrażaniu tych zasad produkcji wierzby, niezależnie od jej przeznaczenia. W integrowanej ochronie roślin pierwszeństwo mają metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), a gdy okażą się niewystarczające, wówczas można zastosować metodę chemiczną. Procedura użycia środków ochrony roślin wymaga jednak spełnienia pewnych ściśle określonych warunków, takich jak np. oparcie decyzji o przeprowadzeniu zabiegu o analizę ekonomiczną przewidywanej, potencjalnej straty plonu na podstawie prawidłowej diagnostyki agrofagów (chwasty, szkodniki i inne patogeny, np. grzyby, bakterie, wirusy) i ocenę prognozy szkodliwości; na podstawie fachowego przygotowania osoby wykonującej zabieg chemiczny; urzędowego certyfikatu sprawności technicznej opryskiwacza; bezwzględnego przestrzegania etykiety środka ochrony roślin, w tym okresu karencji. W integrowanej ochronie roślin nie zakłada się całkowitej likwidacji populacji organizmu szkodliwego, lecz ograniczenie jego liczebności do takiej wielkości, aby nie powodowała strat gospodarczych i środowiskowych

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.

W przypadku wierzby krzewiastej definicja integrowanej ochrony roślin ma szczególne znaczenie ze względu na wieloletni i wielkoobszarowy charakter tej uprawy. Publikacja opisuje szereg istotnych elementów związanych z zakładaniem plantacji. Odpowiednie postępowanie na tym etapie ma duży wpływ na produkcję biomasy w okresie rozwoju roślin i pozwala na przedłużenie możliwości użytkowania wierzby oraz na ograniczenie występowania agrofagów. W metodyce uwzględniono wszystkie możliwości ochrony plantacji łącznie z danymi eksperymentalnymi i możliwościami samoregulacji populacji szkodników oraz patogenów na właściwie zorganizowanej i prowadzonej plantacji.

PRZYDATNE ADRESY STRON INTERNETOWYCH:

- www.ior.poznan.pl** – Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IOR-PIB);
- www.minrol.gov.pl** – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi;
- www.piorin.gov.pl** – Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat w Warszawie;
- www.ihar.gov.pl** – Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy;
- www.ios.edu.pl** – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy;
- 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 (COBORU).

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

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

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 i siew bezpośredni); stosowanie w odpowiednich wypadkach odmian odpornych/tolerancyjnych oraz materiału siewnego i nasadzeniowego kategorii standard/kwalifikowany; zrównoważone nawożenie, wapnowanie i nawadnianie/odwadnianie; stosowanie środków higieny (np. regularne czyszczenie maszyn i sprzętu), aby zapobiec rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych; ochronę i stwarzanie warunków do występowania ważnych organizmów pożytecznych, np. przez odpowiednie metody ochrony roślin lub wykorzystywanie ekologicznych struktur w miejscu produkcji i poza nim.

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

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

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

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

Użytkownik profesjonalny powinien sprawdzać efekty zastosowanych metod ochrony roślin, zapisując przeprowadzone zabiegi z użyciem ś.o.r. 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, a także odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progów ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, opracowywanie ulotek i publikowanie artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej

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

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

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

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

2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

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

pejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1).

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

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

- stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin;
- prowadzenia chemicznej ochrony w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałania 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. 2013, poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, właściwego nawożenia oraz zapobieganie rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

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

Wykaz dopuszczonych w Polsce środków ochrony roślin jest publikowany w rejestrze środków ochrony roślin. Informacje o zakresie stosowania ś.o.r.

w poszczególnych uprawach zamieszczane są w etykietach. Narzędziem pomocniczym przy wyborze konkretnych preparatów jest również wyszukiwarka środków ochrony roślin. Rejestr, etykiety zarejestrowanych środków ochrony roślin oraz wyszukiwarka znajdują się na stronie internetowej MRiRW pod adresem: <https://www.gov.pl/rolnictwo/ochrona-roslin>.

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

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

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

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

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

pracowników naukowych szkół wyższych lub instytutów badawczych, jeżeli do zakresu obowiązków tych osób należy prowadzenie zajęć dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:

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

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

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

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

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

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

Przy stosowaniu środków ochrony roślin należy również szczegółowo zapoznać się z etykietą środków, ponieważ może zawierać dodatkowe warunki ograniczające jego możliwość 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 nieużyte podczas aplikacji należy przechowywać zgodnie z przepisami prawa. Przechowywanie środków ochrony roślin uregulowane jest w Polsce przez rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

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

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

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

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

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

przechowywane na utwardzonej nawierzchni z betonu szczelnego lub z innych trwałych materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. Przechowywane agrochemikalia powinny być pod zamknięciem, które uniemożliwia dostęp osób trzecich.

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

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

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

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

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

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

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

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

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

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

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

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

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar lub powierzchnię, lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których 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 2016a r., poz. 760);
- 7 czerwca 2016 r. w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin (Dz.U. z 2016b r., poz. 924).

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE WIERZBY KRZEWIASTEJ

3.1. Stanowisko

Podstawowym elementem decydującym o powodzeniu uprawy wierzby jest dobór odpowiedniego stanowiska, które pozwala na zapewnienie optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju tego gatunku.

Rośliny wierzby reagują bardzo wyraźnie na warunki pogodowe panujące od połowy czerwca do końca sierpnia. Opady i umiarkowanie wysoka temperatura powietrza w tym czasie wpływają korzystnie na plon biomasy, natomiast susza może skutkować zmniejszeniem plonów nawet o 50%. Wierzba do intensywnego wzrostu i rozwoju potrzebuje co najmniej 500–550 mm opadów. Duże znaczenie dla wierzby, oprócz wody z opadów atmosferycznych, ma wilgoć nagromadzona w glebie po zimie oraz odpowiednio wysoki (1,0–2,0 m) poziom wody gruntowej.

Właściwy wybór gleby i jej żyzność bardzo istotnie oddziałują na efekty produkcyjne uprawy wierzby. Na glebach żyznych, zasobnych w wodę rośliny wierzby wytwarzają dużą masę nadziemną, liczne pędy, które w ciągu roku dorastają do 4 m wysokości. Natomiast na glebach ubogich w materię organiczną, składniki pokarmowe i przy niedostatku wody, wysokość pędów i ich masa są znacznie zredukowane. Najbardziej przydatne do uprawy wierzby są gleby zaliczane do kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego – 8 (klasy – IIb, IVa i IVb oraz V) oraz zbożowo-pastewnego słabego – 9 (klasy – IVb i V). Wierzbę można także uprawiać na glebach wytworzonych z piasków zaliczanych do kompleksu żynnego dobrego – 5 (klasy – IVb lub V), jednak o odpowiednim poziomie wód gruntowych.

Na glebach organicznych, w porównaniu z glebami mineralnymi, należy się liczyć z możliwością szybszego wypadania roślin, skrócenia czasu użytkowania plantacji oraz z trudnościami w zmechanizowaniu prac polowych. Plantacje wierzby można zakładać również na terenach okresowo podmokłych lub zalewowych. Gatunek ten charakteryzuje się znaczną tolerancją na tego typu warunki siedliskowe.

3.2. Przygotowanie gleby

Gleba pod polową plantację wierzby energetycznej powinna być przygotowana tak jak pod inne rośliny rolnicze. Szczególnie skutecznie należy ograniczać wy-

stępowanie chwastów na plantacji wierzby, gdyż jest to element często decydujący o powodzeniu uprawy.

Przed założeniem plantacji powinno się również wykonać analizy chemiczne gleby, aby właściwie ustalić potrzeby wapnowania oraz nawożenia fosforem i potasem. Sposób przygotowania pola pod plantację wierzby zależy od dotychczasowego sposobu jego użytkowania:

- a. pola odłogowane;
- b. pola użytkowane, ale zaniedbane („zaperzone” i porośnięte innymi chwastami wieloletnimi);
- c. pole utrzymywane w dobrej kulturze.

W przypadkach pól a i b w okresie letnim lub późniwnym na zielone chwasty należy zastosować nieselektywne herbicydy (zawierające jako s.c.z. glifosat) w dawkach podanych na opakowaniu.

Gleby kwaśne (o pH poniżej 5,5) należy koniecznie zwapnować. Na lżejszych glebach trzeba zastosować 2–3 t/ha, na ciężkich 3–5 t/ha nawozów wapniowych w przeliczeniu na CaO.

Po 6–8 tygodniach od zastosowania herbicydu można wysiać nawozy wapniowe i wymieszać je z glebą. Przed zimą konieczne jest wykonanie głębokiej (przynajmniej na 30–35 cm) orki przedzimowej. Na glebach zbyt zwężłych lub z występującą podeszwą płuźną w celu poprawy stosunków wodno-powietrznych powinno się wykonać głęboszowanie.

3.3. Zintegrowany system nawożenia

W roku założenia plantacji wierzby przed wysadzeniem zrzesów należy zastosować dawkę startową azotu w ilości około 20–30 kg N/ha. Dawki fosforu i potasu powinny wynosić odpowiednio: 10–20 kg/ha P_2O_5 i 20–40 kg/ha K_2O . Pierwszy rok wegetacji w uprawie wierzby jest traktowany jako faza wstępna. Po zakończeniu tego okresu, od końca listopada do połowy marca, pędy wierzby powinny być wycięte, co stymuluje rozwój silnych i licznych pędów na karpie w drugim roku wegetacji. Od drugiego roku uprawy prowadzi się 3-letni cykl produkcyjny, po czym pędy są zbierane. Z karp w następnym roku w szybkim tempie wyrastają z pączków śpiących pędy i rozpoczyna się kolejną 3-letnią rotację (1 rok wstępny i do 7 rotacji 3-letnich, produkcyjnych).

Drugi rok uprawy wierzby jest praktycznie pierwszym sezonem produkcyjnym. Aktualnie zaleca się stosowanie nawożenia roślin wierzby raz na 3 lata (rotację) w dawkach: N – 90 kg/ha, P_2O_5 – 30 kg/ha, K_2O – 90 kg/ha. W literaturze przedmiotu wykazano, że przy produkcji 10 ton suchej masy drewna z ha rośliny wierzby krzewiastej pobierają 60 kg N, 8 kg P_2O_5 i 43 kg K_2O . Do nawożenia plantacji wierzby wykorzystać można również osady ściekowe i popiół drzewny, co znacznie obniża jego koszty.



Fot. 1. Plantacja wierzby po wykonanym zabiegu odchwaszczania mechanicznego
(fot. M. Matyka)

Do zwalczania chwastów należy przystąpić w roku poprzedzającym założenie plantacji, tak aby pole przeznaczone pod wierzbę było wolne od chwastów wieloletnich. Bezpośrednio po posadzeniu wierzby należy zastosować herbicydy doglebowe, gdyż jej początkowy wzrost jest bardzo powolny i chwasty mogą ją całkowicie zagłuszyć. Na plantacji można również wykonywać odchwaszczanie mechaniczne przy użyciu pielnika, kultywatora lub glebogryzarki sekcyjnej (fot. 1). Ważne jest, aby nie dopuścić do zbyt intensywnego zachwaszczenia, które znacznie utrudnia efektywne wykonanie omawianych zabiegów agrotechnicznych. Należy podkreślić, że nadmierne zachwaszczenie plantacji wierzby krzewiastej w pierwszym roku jest najczęstszą przyczyną niepowodzenia uprawy. Natomiast w dalszych rotacjach na dobrze prowadzonej plantacji wierzby chwasty nie powinny stanowić większego zagrożenia.

W przypadku zbioru corocznego wymienione zabiegi agrotechniczne (nawożenie, odchwaszczanie) powinny być wykonywane w tym samym przedziale czasowym.

Natomiast w systemie Eko-Salix nie powinno się stosować nawożenia mineralnego, a walka z chwastami sprowadza się jedynie do ich przykaszania w międzyrzędziach.

3.4. Zakładanie plantacji

Podstawową czynnością poprzedzającą założenie plantacji wierzby powinno być odpowiednie jej rozplanowanie w terenie, szczególnie pod kątem zmechanizowania prac polowych. Powinno się wydzielić drogi technologiczne, uwrocia oraz ewentualne miejsca składowania zebranej biomasy. Przystępując do rozplanowania nasadzeń wierzby należy pamiętać, że obowiązkowe jest zachowanie ostępów:

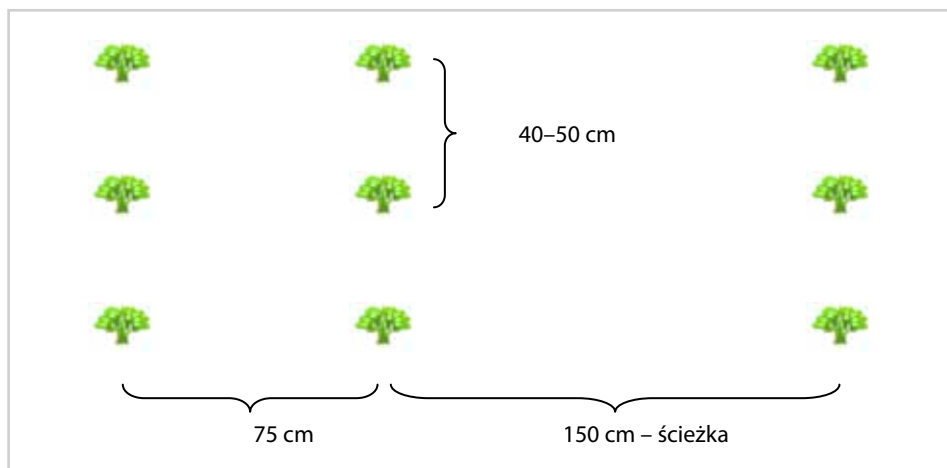
- 1,5 m od granicy sąsiedniej działki, na której założona jest taka sama plantacja lub jest użytkowana jako grunt leśny;
- 3 m od granicy działki użytkowanej w inny niż wymieniony powyżej sposób.

Zakładając plantację wierzby na polach zmeliorowanych należy brać pod uwagę ewentualność przerastania korzeni przez sączki drenarskie. W konsekwencji blokuje to działanie całego systemu melioracyjnego i może prowadzić do zabagnienia sąsiednich pól.

Wierzbę krzewiastą rozmnaża się wegetatywnie za pomocą zrzezów (sadzonek, sztabrów, żywokołów), tzn. fragmentów pędu, które po posadzeniu do gleby ukorzeniają się i wypuszczają nowe pędy, tworząc rośliny. Długość zrzezów powinna wynosić 0,20–0,25 m, a ich średnica 8–12 mm. Sadzenie zrzezów najczęściej przeprowadza się wczesną wiosną. Zrzezy można sadzić również jesienią, choć ten termin jest uzależniony od lokalnych warunków pogodowych i organizacyjnych. Sadzenie zrzezów wykonuje się przy użyciu sadzarek mechanicznych 2–4-rzędowych lub na mniejszych plantacjach sadzi się je ręcznie (fot.2).



Fot. 2. Zakładanie plantacji wierzby za pomocą specjalistycznej sadzarki (fot. M. Matyka)

Rys. 1. Sposób rozmieszczenia sadzonek wierzby (wg Kuś i Matyka 2010)

Na towarowych plantacjach zrzesy wierzby zaleca się wysadzać pasowo w podwójnych rzędach. Odległość pomiędzy rzędami w pasie wynosi 0,75 m, a pomiędzy pasami 1,5 m (rys. 1).

W rzędach zrzesy wysadza się najczęściej co 0,4–0,6 m, daje to obsadę około 14,8–22,0 tys. roślin na powierzchni 1 hektara. Stosowane w Polsce i innych krajach zagęszczenie zrzesów na plantacjach produkcyjnych w tym systemie wynosi od 10–20 tys./ha.

**Fot. 3.** Plantacja wierzby założona z żywokołów w systemie Eko-Salix (fot. M. Matyka)

W przypadku planowanego zbioru wierzby w cyklu corocznym, której nie zaleca się dla plantacji komercyjnych, można stosować rzędowe sadzenie bez ścieżek przejazdowych i z rozstawą roślin w rzędzie około 40 cm. Wówczas obsada roślin będzie wynosić około 30 tys./ha.

Istnieje również możliwość zakładania plantacji wierzby z tzw. „żywokołów” w systemie Eko-Salix (fot. 3). Ten sposób zakładania plantacji może być stosowany na trwałych użytkach, które nie są zaliczane do obszarów przyrodniczo-cennych. Do tego celu mogą być wykorzystane gleby wadliwe, tj. okresowo podmokłe, trudne w uprawie, podlegające erozji, zdegradowane, zanieczyszczone. Dwuletnie pędy wierzby o wysokości ok. 2,0–2,5 m są wysadzane w darń na głębokość 40–50 cm. Pielęgnacja takiej plantacji ogranicza się do przykaszania w pierwszym roku trawy i chwastów w międzyrzędziach. Obsada roślin wynosi 4–7 tys./ha, a zbiór dokonywany jest co 5–6 lat.

3.5. Plonowanie wierzby

Plonowanie wierzby w głównej mierze uzależnione jest od: właściwości fizyko-bio-chemicznych gleby, częstotliwości zbioru, obsady roślin, przebiegu pogody i nasilenia czynników ograniczających plonowanie (chwasty, choroby i szkodniki). W badaniach prowadzonych w IUNG–PIB plon wierzby zbieranej w cyklach jednorocznych, niezależnie od odmiany i warunków glebowych, średnio za dziesięć lat wyniósł 14,9 t/ha suchej masy (tab. 1). W latach plony suchej masy wierzby wahały się, niezależnie od jakości gleby, od około 10 t/ha w latach o niedoborze opadów do 22 t/ha w roku o dużej ilości opadów. Bardzo duże plony wierzby na glebie lekkiej w tych doświadczeniach są spowodowane korzystnym jej uwilgotnieniem, będącym następstwem zalegania wody gruntowej na głębokości 220–250 cm.

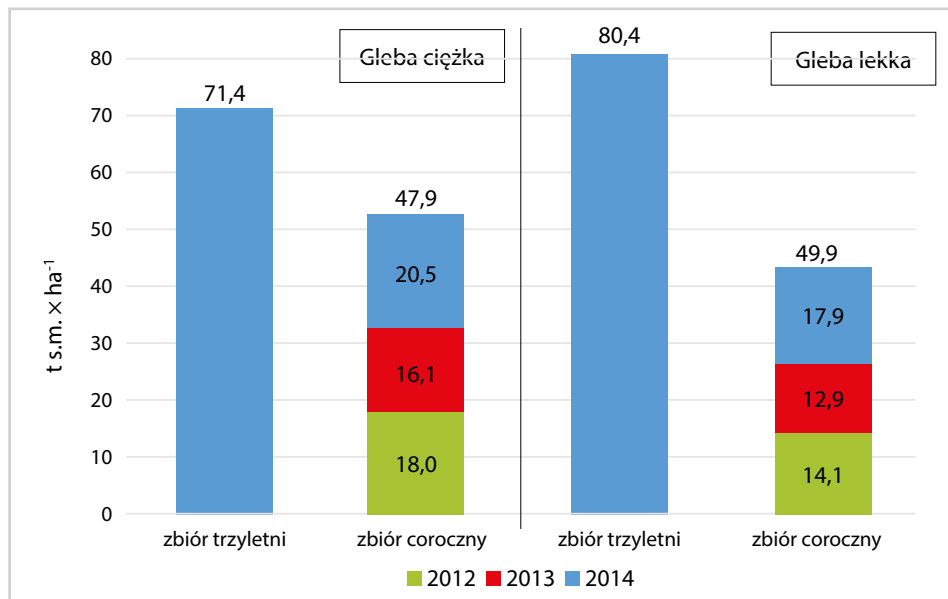
Tabela 1. Plon (t/ha) suchej masy wierzby zbieranej corocznie (średnio z 9 odmian)

Gleba	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Średnio
Ciężka czarna ziemia	12,8	11,1	12,7	15,5	16,5	15,9	22,2	18,0	16,1	20,5	16,1
Średnia	10,8	11,5	12,4	11,9	15,5	13,9	14,5	13,5	15,1	17	13,6
Lekka	10,1	11,9	12,3	18,3	17,0	14,6	20,3	14,1	12,9	17,9	14,9
Średnio	11,2	11,5	12,5	15,2	16,3	14,8	19,0	15,2	14,7	18,5	14,9

Źródło: Kuś i Matyka (2010)

Wyniki badań przeprowadzonych w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim oraz w IUNG–PIB jednoznacznie wskazują, że zbierając wierzbę w cyklu 3-letnim

Rys. 2. Sumaryczny plon biomasy wierzby zbieranej corocznie na tle plonu ze zbioru w cyklu trzyletnim (średnio dla wszystkich odmian/klonów) (wg. Matyka 2015)



uzyskuje się o 20–50% większe plony biomasy w przeliczeniu na rok, niż w warunkach corocznego zbioru. Dodatkowo drewno jest lepszej jakości, gdyż niższa jest jego wilgotność oraz korzystniejszy skład chemiczny z uwagi na mniejszy udział kory. Z doświadczeń IUNG–PIB wynika, że sumaryczny plon biomasy wierzby zbieranej corocznie w lat 2012–2014 był znacznie niższy od zebranego w cyklu trzyletnim. Różnica ta wynosiła 16,8 t s.m./ha/3 lata na glebie lekkiej i 35,5 t s.m./ha/3 lata na glebie ciężkiej (rys. 2).

Wzrost plonu wynikający z wydłużenia cyklu zbioru należy tłumaczyć większymi możliwościami wykorzystania wiosennych zasobów wody glebowej i w efekcie większą dynamiką przyrostu biomasy w drugim i trzecim roku następującym po zbiorze wierzby. W przypadku wierzby zbieranej corocznie rośliny wiosną rozpoczynają proces regeneracji karp i tworzenia pędów i w okresie tym wolno przyrastają. Jest to szczególnie istotne w latach charakteryzujących się deficytem opadów w okresie wegetacyjnym.

Podkreślić należy, że prezentowane wyniki pochodzą z doświadczeń polowych, które charakteryzują się wysoką starannością i terminowością wykonywania zabiegów agrotechnicznych. Biorąc to pod uwagę powinno się zakładać, że plony na plantacjach komercyjnych, charakteryzujących się dużą skalą produkcji, będą niższe o około 20–30% (fot. 4). Przyczyną uzyskiwania niskich plonów może być, nieodpowiedni dobór stanowiska, złe jego przygotowanie, stosowanie przypadkowego materiału rozmnożeniowego, nieprawidłowa technika sadzenia, niepoprawna agrotechnika i ochrona przed agrofagami.



Fot. 4. Towarowa plantacja wierzby krzewiastej (fot. M. Matyka)

4. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE WIERZBY

4.1. Kierunki hodowli wierzby

Rodzina wierzbowatych (Salicaceae) obejmuje na całym świecie kilkaset gatunków. W jej skład wchodzi dwa rodzaje: wierzba (*Salix* L.) i topola (*Populus* L.). Zasięg terytorialny występowania wierzbowatych rozciąga się od tropików i subtropików do terenów arktycznych półkuli północnej. Większość gatunków zasiedla tereny o klimacie umiarkowanym i chłodnym subkontynentu euroazjatyckiego oraz Amerykę Północną.

Liczny gatunkowo i skomplikowany w klasyfikacji taksonomicznej rodzaj wierzba obejmuje na świecie około 300–500 gatunków. W Polsce według danych dendrologicznych zidentyfikowano około 40 gatunków wierzby, a łącznie z licznymi mieszańcami i podgatunkami 84. Tworzą one formy krzewiaste lub drzewiaste i występują niemal we wszystkich biotopach.

Wśród dziko rosnących gatunków w Polsce można wymienić:

- wierzba iwa (*Salix carprea* L.),
- wierzba biała (*Salix alba* L.),
- wierzba krucha (*Salix fragilis* L.),
- wierzba siwa (*Salix eleagnos* Scop.),
- wierzba wiciowa (konopianka, witwa) (*Salix viminalis* L.),
- wierzba trójpręcikowa (*Salix triandra* L.),
- wierzba szara (łozą) (*Salix cinerea* L.),
- wierzba rokita (*Salix rosmarinifolia* L.),
- wierzba płózająca (*Salix repens*)
- wierzba purpurowa (wiklina) (*Salix purpurea* L.),
- wierzba czerniejąca (*Salix myrsinifolia* Salisz – syn. *S. nigricans* Sm.),
- wierzba amerykańska (mieszaniec) (*S. x Americana* Andersson).

Identyfikacja wierzby jest niezwykle trudna ze względu na możliwość tworzenia mieszańców często nawet składających się z 3–4 gatunków. Dlatego znane są przypadki klasyfikowania pojedynczego osobnika jako odrębnego systematycznie.

Wierzby rosną w formie zarówno drzew dorastających do 25 m wysokości, jak i wysokich oraz niskich krzewów, a nawet płózających się po ziemi krzewinek. Pędy mają różnej barwy – zielone, żółte, czerwone do brunatnych (fot. 5). Młode pędy są nagie lub pokryte jedwabistymi włoskami. Blaszki liściowe charakteryzuje pewna

różnorodność morfologiczna zależna od gatunku. Zazwyczaj są wąskie lancetowate, piłkowane, krótkoogonkowe, często srebrzysto owłosione z przylistkami. U niektórych gatunków liście mogą być owalne, jajowate, eliptyczne do okrągłych (fot. 6).



Fot. 5. Fragment kolekcji wierzby w COBORU – Śrem (fot. K. Nijak)



Fot. 6. Różne kształty i wielkość liści wierzby krzewiastych (fot. K. Nijak)

Blaszki liściowe czasami są pozbawione owłosienia i pergaminowe. Kwiaty są dwupienne, dlatego na jednych osobnikach występują tylko żeńskie na innych tylko męskie. Kwiaty nie posiadają działek kielicha i płatków korony, osadzone są w kątach łuskowatych przysadek i zebrane w kłosokształtne lub gronokształtne kwiatostany zwane potocznie baziami. Żeńskie kwiaty wyposażone są w jeden słupek, męskie mają dwa pręciki (rzadko 3 lub 5), rozwijają się wcześniej wiosną przed rozwojem liści, a u niektórych gatunków równocześnie z liśćmi. Obie formy kwiatów mają jeden lub dwa nektarniki, powstałe ze szczątkowego okwiatu. Są owadopylne. Owoce to małe pękające 2–4 klapami torebki, dojrzewają w maju–czerwcu. Powstające nasiona są bardzo drobne, z puchem lotnym umożliwiającym przenoszenie przez wiatr na duże odległości.

Wierzby to rośliny światłolubne i przeważnie szybko rosące. Większość z nich ma bardzo małe wymagania stanowiskowe. Wierzby najlepiej czują się w miejscach uwilgoconych, tj. na terenach podmokłych, w pobliżu cieków wodnych. Stanowią jeden z najważniejszych składników lasów łęgowych porastających doliny rzeczne. Najczęściej są to drzewa i krzewy polne rosące nad rzekami oraz różnego rodzaju zbiornikami wodnymi (jeziorami, stawami), na nieużytkach itp. Istnieją także gatunki wierzb dobrze radzące sobie na glebach suchych, a nawet na piaskach i wydmach, np. wierzba iwa. Gatunek ten jest również powszechnie występującym w Polsce, typowo leśnym drzewem. Wierzby uważane są za rośliny krótkowieczne, które w zależności od gatunku osiągają wiek 50–100 lat.

4.2. Dobór odmian wierzby w integrowanej ochronie

W latach 70. i 80. ubiegłego wieku zwrócono uwagę na inną możliwość wykorzystania wierzby jako źródła biomasy przeznaczonego do celów energetycznych. W krajach skandynawskich i w Anglii realizowano programy badawcze, których celem było wyhodowanie nowych odmian wierzby o dużej produktywności biomasy i opracowanie technologii uprawy. Pozyskiwano materiał do krzyżowań zarówno z krajów europejskich (w tym Polski i Rosji), jak i azjatyckich. Wyhodowano szereg odmian wierzby o szybkim przyroście biomasy. Stanowią one mieszańce wewnątrzgatunkowe, głównie *S. viminalis* L., ale także innych gatunków wierzby, jak: *S. dasyclados* Wimmer, *S. schwerinii* E. Wolf, *S. purpurea* L. i innych, oraz hybrydy międzygatunkowe. W Polsce uzyskano również wiele odmian i klonów wierzby. Hodowcami ich są takie ośrodki jak Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie i hodowcy prywatni.

Wyselekcjonowane odmiany wierzby przeznaczone na cele energetyczne (wierzby krzewiaste – o różnym pochodzeniu gatunkowym) powinny charakteryzować się bardzo szybkim przyrostem biomasy (14-krotnie większym niż lasu), zwiększoną tolerancją na szkodniki i choroby, zwiększoną

mrozoodpornością oraz wysoką wartością energetyczną drewna. Plantacje wierzb powinny być użytkowane przez 10–25 lat.

Biomasa uzyskana z plantacji wierzby może być wykorzystywana na cele energetyczne jako paliwo stałe do bezpośredniego procesu spalania, paliwo płynne (biometanol) i paliwo gazowe (gaz drzewny).

W porównaniu z tradycyjnymi uprawami rolniczymi wykorzystywanymi na cele energetyczne (tj. pszenica, kukurydza, burak cukrowy czy rzepak), plantacje wierzb charakteryzują się: lepszym bilansem energii i węgla, większą sekwestracją węgla w glebie, mniejszymi wymaganiami pokarmowymi, w szczególności co do azotu, lepszymi właściwościami fitoremediacyjnymi, zbliżoną lub większą bioróżnorodnością roślin, bezkręgowców i ptaków. Mogą mieć, natomiast, w przypadku nadmiernego udziału w strukturze zasiewów oraz niewłaściwego lokalizowania plantacji, ujemny wpływ na bilans wodny gleb oraz warunki hydrologiczne w zlewniach, jak również wizualne walory krajobrazu.

Aby zapewnić właściwe przyrodnicze i ekonomiczne zalety uprawy wierzb na cele energetyczne należy uwzględnić zasady integrowanej produkcji i ochrony roślin. W Instytucie Ochrony Roślin – PIB przeprowadzono szereg badań i z kolekcji COBORU wytypowano 70 odmian i klonów wierzb szybko rosnących oraz posiadających dużą liczbę pędów w karpie. Wszystkie klony i odmiany wierzby wytypowane do badań w Śremie, ich genotypy oraz kraj pochodzenia przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Genotypy wierzb wytypowanych do badań z COBORU

Lp.	Odmiana/klon	Wynik krzyżowania	Pochodzenie
1.	1013	<i>S. viminalis</i> x <i>S. americana</i>	Polska
2.	1040	<i>S. viminalis</i> [Piaskówka]	Polska
3.	1047	<i>S. viminalis</i> var. <i>Gigantea</i>	Polska
4.	1051	<i>S. viminalis</i> [Rapp Valne]	Szwecja
5.	1052	<i>S. viminalis</i>	Polska
6.	1053	<i>S. viminalis</i>	Polska
7.	1054	<i>S. viminalis</i>	Polska
8.	1056	<i>S. viminalis</i> x <i>S. purpurea</i>	Polska
9.	1057	<i>S. viminalis</i>	Polska
10.	1059	<i>S. viminalis</i>	Polska
11.	1061	<i>S. viminalis</i>	Polska
12.	1082	<i>S. viminalis</i>	Polska

Tabela 2. Genotypy wierzby wytypowanych do badań z COBORU – cd.

Lp.	Odmiana/klon	Wynik krzyżowania	Pochodzenie
13.	1112	<i>S. tiandra</i> Leegomercy	Polska
14.	1130	<i>S. purpurea</i> Schastanbugensis	Polska
15.	1135	<i>S. purpurea</i> x <i>S. rigida</i>	Polska
16.	1140	<i>S. viminalis</i> 821624	Polska
17.	1154	<i>S. viminalis</i>	Polska
18.	1156	<i>S. viminalis</i>	Polska
19.	1052 Iorr	<i>Iorr</i> (<i>S. viminalis</i>) x <i>S. viminalis</i>	Polska
20.	1054S.viminalis	<i>S. viminalis</i>	Polska
21.	Activa	<i>S. viminalis</i>	Polska
22.	Anki	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
23.	Asgerd	<i>S. viminalis</i> [Astrid] x (<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> [Bjorn])	Szwecja
24.	Ashton Stott	<i>S. viminalis</i> [Bowles Hibrid] x <i>S. buriatica</i> [Korso]	Anglia
25.	Beagle	<i>S. viminalis</i> [Astrid] x <i>S. viminalis</i>	Anglia
26.	Bela	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
27.	Bjorn	<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i>	Szwecja
28.	Cannabiaba	<i>Salix</i> sp.	Polska
29.	Christina	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
30.	Discovery	<i>S. schwerinii</i> [Hiliars] x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> [Bjorn])	Anglia
31.	Dobkowska	<i>S. viminalis</i> x (<i>S. purpurea</i> x <i>S. rigida</i>)	Polska
32.	Doris	<i>S. buriatica</i> [SW901321] x <i>S. viminalis</i> [SW881031]	Szwecja
33.	Ekokom	<i>S. viminalis</i>	Polska
34.	Eva	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
35.	Gudrun	<i>S. dasyclados</i> [Helga] x <i>S. dasyclados</i> [Rod]	Szwecja
36.	Gustaw	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
37.	Hanna	<i>S. viminalis</i>	Szwecja

Tabela 2. Cd.

Lp.	Odmiana/klon	Wynik krzyżowania	Pochodzenie
38.	Iorr	<i>S. viminalis</i> x <i>S. viminalis</i>	Szwecja
39.	Jodis	<i>Salix</i> sp.	Szwecja
40.	Karin	(<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> {Tora x Jorr}) x <i>S. viminalis</i> [Ivar]	Szwecja
41.	Karolinka	<i>S. viminalis</i> x <i>S. daphnoides</i> x <i>S. cerifera</i>	Polska
42.	Klara	<i>Salix</i> sp.	Szwecja
43.	Kortur UWM 144	<i>S. viminalis</i>	Polska
44.	Loden	<i>S. dasyclados</i> x <i>S. dasyclados</i>	Szwecja
45.	Marcel	<i>S. viminalis</i> x <i>S. daphnoides</i> x <i>S. cerifea</i>	Polska
46.	Marie	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
47.	Monotur UWM 099	<i>S. viminalis</i> x <i>S. purpurea</i>	Polska
48.	Olof	<i>S. viminalis</i> x (<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> [Bjorn])	Szwecja
49.	Oltur UWM 145	<i>S. viminalis</i>	Polska
50.	Orm	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
51.	Paulinka	<i>S. viminalis</i> x <i>S. daphnoides</i> x <i>S. cerifera</i>	Polska
52.	Psota	<i>S. viminalis</i>	Polska
53.	Rapp	<i>Salix</i> sp.	Szwecja
54.	Resolution	<i>S. viminalis</i> [Jorrun] x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> [Bjorn]) x (<i>S. viminalis</i> [Pavainen] x Bjorn)	Anglia
55.	Sprint UWM 063	<i>S. viminalis</i>	Polska
56.	Start UWM 067	(<i>S. viminalis</i> [Jorr]) x <i>S. viminalis</i>	Polska
57.	Stoott	<i>S. viminalis</i> x <i>S. burjatica</i>	Anglia
58.	Sven	<i>S. viminalis</i> [Jorunn] x (<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> [Bjorn])	Szwecja
59.	SW Inger	<i>S. tiandra</i> [SW911066] x <i>S. viminalis</i> [Jorr]	Szwecja

Tabela 2. Genotypy wierzb wytypowanych do badań z COBORU – cd.

Lp.	Odmiana/klon	Wynik krzyżowania	Pochodzenie
60.	SW Sherwood	(<i>S. viminalis</i> x <i>S. viminalis</i> [Jorunn]) x <i>S. eriocephala</i> x (<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> [Bjorn])	Szwecja
61.	Tora	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> [Orm]	Szwecja
62.	Tordis	(<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> [Tora]) x <i>S. viminalis</i> [Ulv]	Szwecja
63.	Torhild	(<i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> [Tora]) x <i>S. viminalis</i> [Orm]	Szwecja
64.	Torpeda	<i>S. viminalis</i>	Polska
65.	Tur UWM 196	<i>S. viminalis</i>	Polska
66.	Turbo UWM 146	<i>S. viminalis</i>	Polska
67.	Ulv	<i>S. viminalis</i>	Szwecja
68.	Valborg	<i>Salix</i> sp.	Szwecja
69.	Wisła	<i>Salix</i> sp.	Polska
70.	Wodtur UWM 010	<i>S. dasyclados</i>	Polska

*dane dotyczące krzyżówek i pochodzenia uzyskano na podstawie ulotek firmy Agrobränsle, danych COBORU oraz z danych zgromadzonych przez dr hab. Remlein-Starostę (IOR-PIB)

Plantacje wierzby należy zakładać z materiału rozmnożeniowego pozyskiwanego z licencjonowanych plantacji matecznych. Aktualnie dostępne są odmiany wierzby wyhodowane przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (Start, Sprint, Turbo, Tur oraz kilka innych klonów), odmiany hodowli szwedzkiej (Torhild, Sven, Olof, Gudrun, Tordis, Inger i Tora) oraz hodowli duńskiej – Gigantea.

Plantacje większe obszarowo zaleca się zakładać, sadząc kilka odmian. Z doświadczeń przeprowadzonych w północnej Irlandii wynika, że plony suchej biomasy na tego typu plantacjach są nawet o 40% wyższe od osiągniętych na plantacji wierzby, na której wysadzono tylko jedną odmianę.

5. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

5.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Plantacje wierzby energetycznej w pierwszym roku uprawy są narażone na silną konkurencję ze strony chwastów. Intensywnemu rozwojowi chwastów sprzyja szeroko rzędowa uprawa oraz powolny wzrost roślin w początkowym okresie wegetacji. Według przeprowadzonych badań, nowo założone plantacje wierzby uprawiane na cele energetyczne szczególnie narażone są na silną presję ze strony chwastów w okresie od 3. do 6. tygodnia po posadzeniu, w którym to chwasty mogą całkowicie zahamować wzrost młodych pędów (fot. 7). W związku z powyższym regulacja zachwaszczenia nowo założonych plantacji jest priorytetowym zabiegiem agrotechnicznym wykonywanym w pierwszym roku uprawy tej rośliny.

Występujące w łanie chwasty konkurują z roślinami uprawnymi o składniki pokarmowe, wodę oraz światło. O ile rywalizacja o składniki pokarmowe oraz wodę zachodzi w przypadku ich niedoboru, to współzawodnictwo o światło



Fot. 7. Zahamowanie wzrostu i rozwoju wierzby spowodowane przez rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.) (fot. W. Miziniak)

w lanie występuje zawsze. W związku z powyższą zależnością największe zagrożenie dla upraw rolniczych stanowią gatunki chwastów wieloletnich oraz jednorocznych szybko rosnących, a zarazem silnie zacieniających i ograniczających wzrost młodych pędów wierzby energetycznej.

W uprawach roślin rolniczych, w tym wierzby energetycznych może występować od kilku do nawet kilkudziesięciu gatunków chwastów. Podczas przeprowadzonych w Polsce badań nie stwierdzono gatunków chwastów, które należy uznać za specyficzne dla upraw wierzby energetycznej (Sekutowski i Badowski 2007). W związku z powyższym występowanie poszczególnych gatunków uzależnione jest od czynników klimatyczno-glebowych oraz od działalności człowieka (czynnik antropogeniczny) modyfikujących strukturę zachwaszczenia w przedplonach roślin energetycznych.

Najważniejsze gatunki chwastów jedno i dwuliściennych

Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.)

Zachwaszcza około 50% pól uprawnych. Gatunek trawy jary, ciepłolubny, wschody chwastu pojawiają się późną wiosną i wczesnym latem (fot. 8). Jest pospolitym chwastem, powszechnie występującym w całym kraju, z wyjątkiem terenów gór-



Fot. 8. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.) (fot. W. Miziniak)

skich. Chwastnica jednostronna jest przystosowana do wzrostu i rozwoju w warunkach wilgotnych, okresowo zalewanych przez wodę. Preferuje gleby żyzne gliniaste i piaszczysto-gliniaste zasobne w azot oraz w wapń. Roślina może dorastać do 100–150 cm wysokości.

Perz właściwy (*Elymus repens* L.)

Zachwaszcza ponad 70% pól uprawnych. Gatunek wieloletni i rozłogowy, wschodzący wiosną (fot. 9). Rośnie na wszystkich typach gleb za wyjątkiem stanowisk skrajnie suchych lub ciężkich, słabo napowietrzonych. Preferuje jednak gleby piaszczyste, przepuszczalne, dobrze napowietrzone. Szybkie rozprzestrzenianie się perzu oraz intensywność pobierania składników pokarmowych z gleby stawiają ten gatunek wśród najgroźniejszych konkurentów roślin uprawnych.

Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

Gatunek jednoroczny. W Polsce występuje głównie w pradolinie Wisły (Żuławy) oraz w regionie południowo-zachodnim (Dolny Śląsk i Opolszczyzna) (Dajdok i Szczęśniak 2009). Preferuje gleby ciężkie, wilgotne, zwarte, a zarazem żyzne (fot. 10). Toleruje szeroki zakres kwasowości gleb – pH 4,0–7,5.



Fot. 9. Perz właściwy (*Elymus repens* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 10. Wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides* Huds.) (fot. W. Miziniak)

Ostrożeń polny (*Cirsium arvense* L.)

Gatunek wieloletni, pospolity, rośnie na wszystkich typach gleb, nawet na stanowiskach podmokłych (fot. 11). Najsilniej rozwija się na glebach dobrze przewietrzonych, zasobnych w składniki pokarmowe (pH 5,8–7,0). Toleruje silne zasolenie gleby. Rozmnaża się zarówno z odrostów korzeniowych oraz z nasion. Roślina dorastająca do wysokości 40–70 cm, ale niekiedy nawet do 150 cm.

Nawłocie: późna i kanadyjska (*Solidago gigantea* Aiton, *S. canadensis* L.) (fot. 12)

Na większości stanowisk naturalnych, półnaturalnych czy antropogenicznych, np. pola uprawne czy odłogi, spotyka się przeważnie oba gatunki nawłoci, jednak ilościowo przeważa nawłoc późna – w stosunku 3:1. Nawłoc późna potocznie nazywana złotą różgą, jest rośliną wieloletnią (byliną), agriofitem, hemikryptofitem, owadopylnym lub samopylnym, należącym do rodziny astrowatych (Asteraceae). Dorosłe rośliny mogą osiągać wysokość 80–200 cm (pojedyncze osobniki nawet 250 cm). Łodyga jest wzniesiona, sztywna, pokryta nalotem woskowym, u dołu całkowicie naga, w części górnej może być lekko owłosiona, barwy jasnozielonej do purpurowej. Liście są lancetowate, o zaokrąglonych końcach i piłkowanych brzegach, długości około 11–13 cm i szerokości około



Fot. 11. Ostrożeń polny (*Cirsium arvense* L.) w zbożu (fot. W. Miziniak)

2–3 cm. Koszyczki kwiatowe zebrane w jednostronnie wiechokształtne kwiatostany, kwiaty drobne, koloru żółtego w liczbie 5–8. Nawłóć późna jest typową rośliną ruderalną, występującą głównie wzdłuż cieków wodnych, na obrzeżach lasów, miedzach, wysypiskach, ogrodach, nasypach kolejowych, przydrożach, zaniebanych łąkach, odłogach oraz coraz częściej na polach uprawnych, gdzie zachwaszcza głównie zboża i kukurydzę, szczególnie uprawiane w wieloletniej monokulturze. Można ją spotkać na różnych typach gleb, jednak zdecydowanie bardziej preferuje gleby żyzne, wilgotne, dobrze napowietrzone o pH lekko kwaśnym do obojętnego. Wschody nawłoci z nasion rozpoczynają się na przełomie marca i kwietnia i trwają do końca lipca, natomiast nowe rośliny wyrastające z kłaczy pojawiają się już na początku marca. Kwitnienie przypada na okres końca lipca i trwa aż do końca października. Owocem jest podługowata niełupka zakończona u góry puchem kielichowym. Nawłóć może rozmnażać się generatywnie (nasiona) oraz wegetatywnie (kłącza nadziemne i podziemne). Jedna roślina potrafi w ciągu sezonu wegetacyjnego wytworzyć od 1100 do 19000 nasion, a ich zdolność kiełkowania może utrzymywać się w glebie przez okres kolejnych 10 lat (zwykle jest to 5 lat). Gatunek ten bardzo często pojawia się na polach placowo, a powierzchnie opanowane przez ten takson z roku na rok systematycznie się powiększają.



Fot. 12. Nawłoc późna (*Solidago gigantea*) (fot. W. Miziniak)

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.)

Jest chwastem wieloletnim, pospolitym, azotolubnym (fot. 13). Rośnie w dolinach rzecznych, w lasach łęgowych, w łągach wierzbowych i topolowych, na glebach żyznych i wilgotnych oraz na miedzach i nieużytkach. Gatunek bardzo zmienny pod względem wielkości, kształtu liści i kwiatostanów oraz stopnia owłosienia. Istotny wpływ na morfologię roślin ma siedlisko. W miejscach nasłonecznionych rośliny są np. silniej owłosione.



Fot. 13. Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 14. Bylica pospolita (*Artemisia vulgaris* L.) (fot. W. Miziniak)

Bylica pospolita (*Artemisia vulgaris* L.)

Gatunek wieloletni (fot. 14). Pospolity chwast ruderalny, występujący w całym kraju zarówno na stanowiskach ruderalnych, jak i segetalnych (sady, ogrody oraz uprawy wieloletnie). Najintensywniej rośnie na glebach żyznych bogatych w azot. Roślina osiąga wysokość 50–220 cm.



Fot. 15. Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.) (fot. W. Miziniak)

Krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.)

Jest to bylina wieloletnia (fot. 15). Rośnie na glebach lekkich, nieużytkach (przydroża, miedze, dzikie łąki). Występuje także na polach uprawnych w różnych zasiewach szczególnie w uprawach wieloletnich (lucerna i koniczyna). Osiąga wysokość 50–80 cm. Czasem tworzy niewielkie kępy. Cała roślina jest miętko, wełnisto owłosiona.

Mniszek pospolity (*Teraxacum officinale* Weber)

Jest chwastem wieloletnim (fot. 16). Występuje na różnych glebach, najczęściej żyznych, gliniastych. Rośnie pospolicie w całym kraju zarówno na łąkach, pastwiskach, nieużytkach, sadach, jak i trawnikach. Na polach uprawnych zachwaszcza głównie uprawy wieloletnie (lucerna i koniczyna). Podczas kwitnienia osiąga od 3 do 40 cm wysokości (najczęściej od 5 do 35).

Przymiotno kanadyjskie (*Erigeron canadensis* L.)

Roślina jednoroczna (fot. 17). Występuje na glebach piaszczystych suchych, zarówno na polach uprawnych (sady, pola, ogrody), jak i stanowiskach ruderalnych (ugory, miedze). Łodyga pojedyncza lub silnie rozgałęziona o wysokości od 5 cm do 1 m. Kwitnie od czerwca do października, jest rozsiewana przez wiatr. Jedna roślina może wytworzyć w ciągu roku nawet ponad 100 000 nasion.



Fot. 16. Mniszek pospolity (*Teraxacum officinale* Weber) (fot. W. Miziniak)



Fot. 17. Przymiotno kanadyjskie (*Erigeron canadensis* L.) (fot. W. Miziniak)

Podbiał pospolity (*Tussilago farfara* L.)

Pospolita bylina rosnąca na glebach gliniastych, wilgotnych bogatych w węglan wapnia (fot. 18). Zachwaszcza zarówno nieużytki jak i pola uprawne. Liście długoogonkowe, duże, okrągławo-sercowate, z ząbkowanym brzegiem i płytkimi zatokami, pokryte od spodu srebrzystym meszkiem. Łodyga kwiatostanowa wysokości do 30 cm.

Cykoria podróżnik (*Cichorium intybus* L.)

Powszechna bylina rosnąca na terenie niżu (fot. 19). Szczególnie preferuje gleby gliniaste zasobne w azot. Roślina osiąga wysokość 30–120 cm. Łodygi dość cienkie, rozgałęzione, zielonkawoszare, u nasady szorstko owłosione, odporna na zerwanie dzięki zawartości mocnych włókien. Kwiaty niebieskie, czasem białe lub różowe. Koszyczki kwiatowe o średnicy 3–4 cm.

Ślaz zaniedbany (*Malva neglecta* Wallr.)

Gatunek pospolity, występujący w ogrodach, sadach, przydrożach, nieużytkach i na brzegach pól (fot. 20). Rośnie zarówno na glebach gliniastych, jak i piaszczystych, zasobnych w azot. Jest rośliną ciepłolubną. Łodyga o wysokości do 50 cm, naga, pokładająca się lub wzniesiona, czasami czerwono nabiegła. Kwitnie od czerwca do września. Kwiaty przedprątne, zapylane przez owady lub samopylne.



Fot. 18. Podbiał pospolity (*Tussilago farfara* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 19. Cykoria podróżnik (*Cichorium intybus* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 20. Ślaz zaniedbany (*Malva neglecta* Wallr.) (fot. W. Miziniak)

Mięta polna (*Mentha arvensis* L)

Rośliną wieloletnią (fot. 21). Pospolity chwast występujący głównie na glebach wilgotnych i zakwaszonych, ale także na glebach lekkich, gliniastych, torfowych i rędzinowych. Jest rośliną wskaźnikową nadmiernej wilgotności. Mięta jest rośliną o aromatycznym zapachu. Osiąga wysokość od 5 do 45 cm. Posiada pełzające kłącze i podziemne rozłogi. Bylina kwitnie od lipca do września, jest owadopylna.

Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus* L)

Bylina ruderalna, leśna azotolubna (fot. 22). Preferuje gleby żyzne, próchniczne. Gatunek znoszący dobrze zaciemnienie. Roślina silnie gałęzista (rozgałęzienia widlaste) o wysokości od 0,3 do 1 m. Wykształca kwiaty o średnicy do 2,5 cm. Kwitnie od maja do września. Nasiona rozsiewane są przez mrówki wabione elajosomem (myrmekochoria).

Bniec biały [*Melandrium album* (Miller) Garcke]

Gatunek jednoroczny, preferuje gleby żyzne, bogate w azot (fot. 23). Występuje na polach uprawnych, łąkach oraz na miedzach, rowach i nieużytkach. Roślina posiada łodygę wzniesioną, rozgałęzioną, dorastającą do 1 m wysokości. Kwiaty ma duże, o średnicy 2–3 cm, o białej koronie i głęboko wciętych płatkach, przeważnie jednopłciowe, osadzone na szeroko rozgałęzionych szypułkach. Rozkrzewia się silnie i konkuruje z roślinami uprawnymi o składniki pokarmowe, wodę i światło.



Fot. 21. Mięta polna (*Mentha arvensis* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 22. Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus* L.) (fot. W. Miziniak)

Komosa biała (*Chenopodium album* L.)

Roślina jednoroczna. Występuje powszechnie na terenie całego kraju, na wszystkich typach gleb (fot. 24). Roślina azotolubna i potasolubna. Zachwaszcza od 61 do 100% pól uprawnych. Roślina o bardzo zróżnicowanej wysokości; w zależności od warunków siedliskowych może osiągać wysokość od 5 cm do 3 m. Kwitnie od czerwca do października, jest wiatropylna. Jedna roślina wytwarza około 3 tys. nasion, które w glebie zachowują zdolność kiełkowania przez 10–15 lat.



Fot. 23. Bniec biały [*Melandrium album* (Miller) Garcke] (fot. W. Miziniak)



Fot. 24. Komosa biała (*Chenopodium album* L.) (fot. W. Miziniak)

Rdestówka powojowata – Rdest powojowaty (*Fallopia convolvulus* L.)

Roślina jednoroczna. Pospolity chwast rosnący w uprawach rolniczych, występuje także na ugorach, nieużytkach i śmietnikach (fot. 25). Rośnie na glebach lekkich, piaszczystych i średnio ciężkich. Łodyga o wijącym się kanciastym żebrowaniu, szorstka w dotyku, długości ok. 1 m. Dojrzałe liście są jajowatotrójkątne u nasady sercowatostrzałkowate. Kwitnie od czerwca do października, jest samopylna.

Rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.)

Roślina jednoroczna lub dwuletnia. Chwast powszechnie rosnący na różnych typach gleb (fot. 26). Zachwaszcza zarówno rośliny uprawne, jak i ogrody. Gatunek ten można spotkać na podwórkach, przydrożach oraz na placach magazynowych. Sinozielona łodyga jest rozgałęziona, rozścielona i pełzająca (rzadziej wznosząca się), osiąga długość 50 cm. Roślina kwitnie od czerwca do października, jest samopylna.

Poziewnik szorstki (*Galeopsis tetrahit* L.)

Roślina jednoroczna. Występuje na glebach gliniastych, piaszczystych, a jednocześnie próchnicznych o wysokim poziomie wód gruntowych (fot. 27). Rośnie w widnych lasach, na polach, zrębach, przydrożach, na niżu i w górach. Zachwaszcza od 21 do 60% pól. Łodyga do 1 m wysokości, gałęzista, w górze często ogruczołona. W Polsce kwitnie od czerwca do października.



Fot. 25. Rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 26. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 27. Poziwnik szorstki (*Galeopsis tetrahit* L.) (fot. W. Miziniak)

Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.)

Roślina jednoroczna. Gatunek pospolity, rośnie na różnych typach gleb, zarówno piaszczystych, jak i próchnicznych (fot. 28). Rośnie na siedliskach ruderalnych i segetalnych. Roślina światłolubna i azotolubna. Szarłat dorasta do 80 (100) cm. Kwitnie od lipca do października. Jest uciążliwym chwastem, głównie w uprawach roślin okopowych, kukurydzy i warzyw.

Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray)

Roślina jednoroczna, czasami wieloletnia. Chwast pospolity, rośnie na wszystkich typach gleb. Zachwaszcza od 41 do 80% pól (fot. 29). Na polach spotykany zwłaszcza w uprawach zbóż, szczególnie ozimych oraz w uprawach roślin strączkowych, kukurydzy i ziemniaków. Łodyga ulistniona, podnosząca się lub wzniesiona, pojedyncza może być słabo rozgałęziona, o wysokości od 10 (czasami nawet od 5) do 20 cm. Kwitnie od kwietnia do października.

Starzec zwyczajny (*Senecio vulgaris* L.)

Roślina jednoroczna lub dwuletnia, hemikryptofit. Rośnie na glebach piaszczystych, gliniasto-piaszczystych, urodzajnych, bogatych w azot i wilgotnych (fot. 30). Wzniesiona lub podnosząca się, o wysokości 7–45 cm. Przeważnie rozgałęzia się, ale czasami, gdy rośnie w niesprzyjających warunkach, tworzy tylko pojedynczy pęd. Kwitnie przez cały rok, a kwiaty zapylane są głównie przez muchy i osy, które zbierają pyłek, roślina nie wytwarza nektaru.



Fot. 28. Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.) (fot. W. Miziniak)



Fot. 29. Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray) (fot. W. Miziniak)



Fot. 30. Starzec zwyczajny (*Senecio vulgaris* L.) (fot. W. Miziniak)

Lokalnie znaczenie dla nowo zakładanych upraw mogą mieć następujące gatunki chwastów: powój polny (*Convolvulus arvensis*), rdest kolankowy (*Polygonum lapatifolium*), rdest plamisty (*Polygonum persicaria*), rumian polny (*Anthemis arvensis*), maruna bezwonna (*Matricaria indora*).

5.2. Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia

5.2.1. Metoda agrotechniczna

Wierzba wykorzystywana na cele energetyczne w pierwszym roku uprawy jest mało konkurencyjna w stosunku do występującego zachwaszczenia i wymaga odpowiedniego przygotowania pola pod jej uprawę. W praktyce często zdarza się, że rolnicy zakładają plantacje wierzby na polach okresowo ugorowanych lub nieprzygotowanych pod jej uprawę.

Istotną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia odgrywają między innymi wszelkie podjęte czynności zapobiegawcze, limitujące rozprzestrzenianie się chwastów.

W przypadku gatunków wieloletnich do tych czynności należy zaliczyć:

- utrzymanie maszyn i narzędzi w czystości,
- niedopuszczenie do rozsiewania się chwastów z otoczenia na plantację,
- chemiczne zwalczanie chwastów wieloletnich w przedplonach wierzby energetycznej.

Do zwalczania gatunków wieloletnich najczęściej stosuje się herbicydy nieselektywne, zawierające substancję czynną – glifosat. Herbicydy te można stosować na gruntach ornych w dwóch odrębnych terminach: przed zbiorem rośliny uprawnej lub na ściernisko.

Zwalczanie perzu właściwego oraz innych chwastów przed zbiorem rośliny uprawnej

Opryskiwanie pól uprawnych herbicydami opartymi na glifosacie przeprowadza się w dojrzałości woskowej ziarna, gdy wilgotność ziarniaków wynosi od 20 do 30%, która występuje na 10 do 14 dni przed zbiorem ziarna.

Zwalczanie perzu i innych chwastów na ściernisku

Zabieg stosujemy w dowolnym terminie po zbiorze rośliny uprawnej, jednakże przed nadejściem jesiennych przymrozków. Chemiczną walkę z perzem właściwym możemy przeprowadzić w dwojaki sposób: pierwszy – na ściernisko po zbiorze słomy (bez wykonywania uprawek późniejszych); drugi – po uprzednio wykonanej podorywce. Z punktu widzenia efektywności chwastobójczej przeprowadzonych zabiegów, najlepszym terminem do stosowania glifosatu jest wykonanie aplikacji bezpośrednio na ściernisko – bez wykonywania uprawek późniejszych.

nych. W chwili wykonywania oprysku perz właściwy powinien mieć wysokość od 10 do 15 cm i posiadać w pełni wytworzone 3–4 liście.

W obydwu sposobach aplikacji chwasty powinny być zielone i znajdować się w okresie intensywnego wzrostu. Zabiegi mechaniczne można rozpocząć, gdy na liściach perzu właściwego pojawiają się pierwsze objawy zamierania (żółknięcie i więdnienie).

W wymienionym terminie można zastosować do zwalczania gatunków jedno-liściennych specyficzne herbicydy powszechnie nazywane graminicydami. Jednak, w porównaniu do zwalczania chwastów za pomocą herbicydów nieselektywnych (na bazie s.cz. glifosat), odchwaszczanie przeprowadzamy po uprzednim pocięciu rozłogów perzu. Termin stosowania i faza rozwojowa chwastu jest natomiast identyczna jak w przypadku stosowania herbicydów zawierających glifosat.

Zwalczanie perzu za pomocą uprawek mechanicznych

W porównaniu do metody chemicznej, mechaniczne zwalczanie perzu jest bardzo energo i czasochłonne, wymaga poniesienia zarówno większych nakładów, jak i dłuższego okresu do jego przeprowadzenia. Eliminację perzu właściwego można przeprowadzić w dwojaki sposób. Pierwszy sposób – przez wykonanie głębszej podorywki – do 12 cm i pozostawieniu pola na kilka dni w celu przeschnięcia rozłogów. Następnie rozłogi korzeniowe wyciągamy z gleby kultywatorem wyposażonym w zęby sprężyste i ściągnięcie je bronami. Drugi sposób to „zmęczenie” lub „uduszenie” rozłogów perzu. „Zmęczenie” perzu przeprowadza się przez wykonywanie od 3 do 5 podorywek po sobie zapobiegających odbijaniu rozłogów. Zabieg ten jest stosowany głównie na glebach lekkich. Modyfikacją tej metody jest tzw. „uduszenie perzu”, które polega na przeprowadzeniu podorywki, a następnie po odrośnięciu rozłogów zastosowaniu brony talerzowej. Kiedy pole ponownie się zazieleni stosujemy bronę talerzową dwukrotnie na krzyż. Po przeprowadzonych w ten sposób uprawkach chwast jest już osłabiony i wykonujemy głęboką orkę na 30 cm. Na glebach ciężkich i głębokich rozłogi perzu nie powinny już odrosnąć (Woźnica 2008).

Chwasty jednoroczne:

- staranny zbiór roślin przedplonowych (ograniczenie występowania chwastów fakultatywnych – samosiewów);
- niedopuszczenie do przenoszenia się chwastów z otoczenia do pól uprawnych,
- wykonanie głębokiej orki.

Zwalczanie chwastów na terenach nieużytkowanych rolniczo

W roku poprzedzającym uprawę wierzby tereny nieużytkowane rolniczo lub okresowo odłogowane należy odpowiednio przygotować przez: wykarczowanie krzewów, usunięcie korzeni oraz zwalczanie występujących gatunków wieloletnich. Chwasty wieloletnie niszczymy za pomocą herbicydów nieselektywnych

zawierających glifosat. Zabieg chemiczny przeprowadzamy w okresie wegetacji roślin, jednak przed nadejściem przymrozków, gdy chwasty są zielone i znajdują się w okresie intensywnego wzrostu. Pobrana przez liście substancja czynna jest przemieszczana do korzeni i skutecznie niszczy występujące zachwaszczenie. Wszelkie uprawy na polu wykonujemy w momencie zasychania chwastów. Po chemicznym zabiegu glebę można utrzymywać w czarnym ugorze lub wysiać rośliny bobowate drobnonasienne, np. mieszanek koniczyn.

Decydującą rolę w ograniczaniu struktury zachwaszczenia pól uprawnych odgrywa zastosowanie zmianowania roślin w przedplonach wierzby energetycznej. Przemienna uprawa roślin rolniczych o różnicowanych wymaganiach agrotechnicznych w porównaniu do stosowanych monokultur zapobiega kompensacji niektórych gatunków chwastów oraz zmniejsza ich liczebność (Duer 1996). W związku z tym, dobrym przedplonem dla wierzby energetycznej są rośliny okopowe (ziemniak), bobowate (łubin żółty, seradela, peluszką) i zboża (jęczmień, owies), czyli uprawy, w których zapewniony jest odpowiedni poziom zwalczania chwastów w latach poprzedzających uprawę.

W integrowanej ochronie roślin zwalczanie chwastów przeprowadzamy na każdym etapie uprawy roli (podorywka, orka zimowa, uprawa pola przed sadzeniem zrzesów) we wszystkich ogniach zmianowania. Przeprowadzane zabiegi agrotechniczne są głównym czynnikiem bezpośrednio przyczyniającym się do zmniejszenia ilości diaspor w glebie, jednak tempo redukcji uzależnione jest od gatunku chwastu (Roberts 1970). Systematycznie wykonywane uprawki w okresie późnym znacznie redukują potencjalne zachwaszczenie gleby (bank nasion w glebie). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zabiegi agrotechniczne przeprowadzane w ciągu jednego roku przyczyniają się do 80-procentowej redukcji populacji owsa głuchego (Wilson 1978). Płytką podorywką oraz następnie kilkukrotne bronowanie po zbiorze przedplonu, pobudzają nasiona chwastów do kiełkowania. Skiełkowane chwasty do fazy 2–4 liści właściwych są skutecznie niszczone za pomocą bronowania. Natomiast w zaawansowanych już fazach rozwojowych zaleca się zastosowanie głębszych narzędzi spulchniających. Zabiegi uprawowe przeprowadzamy kilkakrotnie, zwiększając sukcesywnie głębokość wykonywanych uprawek, umożliwiając w ten sposób kiełkowanie kolejnych partii nasion chwastów. Wykonywanie wszelkich uprawek mechanicznych w tym okresie skutecznie zwalczą tzw. chwasty fakultatywne, pochodzące z nasion osypanych podczas zbioru roślin uprawianych i ogranicza zachwaszczenie nowo posadzonych plantacji wierzby energetycznej.

Zwalczanie mechaniczne ze względu na brak opracowania programu zwalczającego chwasty za pomocą herbicydów, stanowi nadal jedyne narzędzie do walki z chwastami w okresie wegetacji wierzby. Odchwaszczanie upraw przeprowadzamy za pomocą pielnika lub glebogryzarki sekcijnej. W zależności od presji chwastów, zabiegi mechaniczne przeprowadzamy co najmniej dwukrotnie w sezonie



Fot. 31. Mechaniczne odchwaszczanie uprawy wierzby (fot. W. Miziniak)

wegetacyjnym (fot. 31). Eliminację zachwaszczenia należy rozpocząć wcześniej, zanim rozwinie się system korzeniowy wierzby energetycznej.

Przeprowadzenie uprawek mechanicznych stwarza optymalne warunki do wzrostu wierzby w pierwszym roku uprawy, a ponadto korzystnie wpływa na plon i jakość surowca (Sowiński 1988). Pozostawienie upraw bez regulacji zachwaszczenia przyczynia się do spowolnienia wzrostu i rozwoju młodych roślin wierzby, a w skrajnych przypadkach prowadzi do przerzedzenia obsady roślin na plantacji, co może skutkować jej likwidacją. Należy nadmienić, że chwasty stanowią problem jedynie w pierwszym roku uprawy, czasami również w drugim, jeżeli są to gatunki wieloletnie, tj. nawłocie czy bylica pospolita. Natomiast w kolejnych latach uprawy nie stanowią większego zagrożenia.

Dotychczas w Polsce nie opracowano kompleksowego programu zwalczania chemicznego chwastów w uprawie wierzby przeznaczonej na cele energetyczne. W związku z tym, jednostki naukowo-badawcze w Polsce prowadzą badania polowe, których celem jest wykorzystanie zarejestrowanych już herbicydów w innych uprawach rolniczych, do ochrony plantacji roślin energetycznych. Nieliczne doniesienia wskazują na zróżnicowaną tolerancję uprawianych odmian na poszczególne substancje czynne herbicydów (Rola i wsp. 2006; Sekutowski i wsp. 2007; Skrzypczak i wsp. 2007; Miziniak 2008; Miziniak i Ulatowska 2012). W związku z powyższym trudno jest opracować system chemicznego zwalczania chwastów

w uprawie wierzby zarówno pod względem optymalnego terminu stosowania herbicydów, jak i podatności odmian na poszczególne substancje czynne.

W 2018 roku do ochrony plantacji wierzby energetycznej przed chwastami zarejestrowano herbicyd Bandur 600 SC zawierający substancję czynną aklonifen. Preparat ten najskuteczniej zwalcza chwastnicę jednostronną, fiołka polnego, komosę białą oraz rdestówkę powojową w trakcie kiełkowania i wschodów. Herbicyd należy stosować natychmiast po posadzeniu zrzewów, przed pojawieniem się nowych pędów, w dawce od 1,5 do 2,5 l/ha. Zaleca się stosowanie niższej dawki na glebach lekkich, aby uniknąć fitotoksycznego wpływu herbicydu na roślinę uprawną.

5.2.2. Allelopatia w ograniczaniu zachwaszczenia

W ostatnich latach zwrócono uwagę na możliwość wykorzystania zjawiska allelopatii w regulacji zachwaszczenia. Allelopatia jest definiowana jako wzajemne oddziaływanie (szkodliwe lub korzystne) pomiędzy roślinami i mikroorganizmami o charakterze biochemicznym.

Rośliny potrafią oddziaływać na inne gatunki roślin przez allelozwiązki zwane kolinami, które w sposób inhibicyjny lub stymulacyjny wpływają na ich wzrost i rozwój. Ponadto związki chemiczne wydzielane przez rośliny jednego gatunku mogą oddziaływać korzystnie (np. kairomony) bądź niekorzystnie (np. allomony, depresanty) na rośliny innego gatunku. Znane są również przypadki oddziaływania wewnątrzgatunkowego – stymulującego (np. autoinhibitory) czy inhibicyjnego (np. autotoksyny).

W fitocenozie możemy się spotkać z dwoma typami allelopatii: prawdziwą oraz funkcjonalną. Z pierwszą z nich (prawdziwą) mamy do czynienia w sytuacji, w której wydzielane do środowiska allelopatyny w bezpośredni sposób wpływają na rośliny je pobierające (oddziaływanie bezpośrednie donor – akceptor). Natomiast z funkcjonalnym typem allelopatii mamy doczynienia wówczas, gdy wytwarzane związki stają się aktywne (fitotoksyczne) dopiero po przekształceniu ich przez mikroorganizmy glebowe. Na podstawie badań stwierdzono, że uprawa żyta ozimego, rzodkwi oleistej, gryki, gorczycy białej, facelii błękitnej jako poplonów lub międzyplonów w przedplonach roślin rolniczych, w formie międzyplonów lub poplonów ścierniskowych wpływa na redukcję występowania niektórych gatunków chwastów (Gniazdowska i wsp. 2004; Parylak i wsp. 2006; Adamczewski i Dobrzański 2008).

W związku z bardzo ograniczoną liczbą zarejestrowanych herbicydów (tylko 1 środek – Bandur 600 SC) do ochrony plantacji wierzby energetycznej przed chwastami w ostatnich latach prowadzone są badania mające na celu wykorzystanie współrzędowej uprawy roślin (tj. jęczmień jary, owies, koniczyna czy lucerna) posiadających właściwości allelopatyczne w ograniczaniu zachwaszczenia nowo

zakładanych plantacjach wierzby energetycznej. Na podstawie badań prowadzonych przez IOR-PIB Poznań współrzędowa uprawa koniczyny białej i lucerny siewnej znacząco redukuje zachwaszczenie zarówno pod względem ilościowym, jak i świeżej masy chwastów, która wyniosła odpowiednio dla koniczyny białej 70 i 64,9%, oraz dla lucerny siewnej 62,6 i 68,3% w porównaniu do kontroli.

6. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

Wierzby, tak jak inne rośliny uprawne, porażane są przez grzyby patogeniczne, bakterie i wirusy. Negatywne oddziaływanie sprawców chorób powoduje straty w plonie i jakości biomasy. Epidemiczne występowanie części patogenów może doprowadzić do zniszczenia plantacji (Remlein-Starosta 2009). Znaczenie części patogenów występujących lokalnie nie jest do końca poznane. Występowanie chorób uzależnione jest od wielu czynników, takich jak: przebieg pogody, rejon uprawy, faza rozwojowa, zastosowana ochrona w trakcie wegetacji (szczególnie na młodych plantacjach) oraz jakość zrzesów użytych do nasadzeń. Średnie szkody spowodowane występowaniem chorób na plantacji wierzb krzewiastych szacuje się na około 15%, a przy epidemicznym wystąpieniu danego sprawcy choroby straty wynoszą 40–80% (Remlein-Starosta i Nijak 2010).

6.1. Najważniejsze choroby

Chorobą o największym znaczeniu w uprawie wierzy jest **rdza**, której sprawcami są różne gatunki rodzaju *Melampsora*. Najczęściej odnotowywane na roślinach wierzy są *M. epitea* i *M. caprearum*. Są one na ogół dwudomowe i pełnocyklowe, a ich rozwój jest zbliżony do sprawcy rdzy żdźbłowej (*Puccinia graminis*). Są również pasożytami bezwzględny. Do zamknięcia pełnego cyklu rozwojowego wytwarzają pięć rodzajów spor. W Polsce choroba rozwija się późną wiosną. Na plantacji doświadczalnej pierwsze objawy odnotowywano między 15 czerwca a 10 lipca. Zdarzały się również lata, w których porażanie nie występowało. Wielkość porażenia plantacji może być zróżnicowana (Dłużniewska i Nadolnik 2006). Jest ona zależna od lokalizacji w kraju, a nawet na poszczególnych plantacjach w tym samym rejonie. Pierwsze objawy choroby to żółtozielone lub brązowe plamki na górnej stronie liści (fot. 32 i 33). W tym samym czasie na spodniej stronie powstają żółto-brązowe lub pomarańczowe skupienia zawierające urediniospory. Są one okrągłe lub owalne, cienkościenne, pokryte brodawkami. Dla dominującego w Polsce gatunku *Melampsora larici-epitea* f. *typica* wielkość zarodników ognikowych mieści się w zakresie 12–25 × 9–19 μm. Choroba zazwyczaj rozwija się gwałtownie, a kolejne pokolenia urediniospor powstają co 6–7 dni i infekują kolejne liście. Porażone liście żółkną i opadają (fot. 34) (Ciszewska-Marciniak i wsp. 2010). Zmniejsza to powierzchnię asymilacyjną roślin i negatywnie wpływa na pozyskiwaną ilość plonu biomasy. Epidemiczne porażenie doprowadza do niemal całkowitej defoliacji pędów wierzy i ogranicza przyrosty pętów do zaledwie 30 cm. Zmiany chorobowe w postaci urediniów mogą pojawiać się również na pędach. Plantacje, na których



Fot. 32. Objawy rdzy na liściach wierzby (fot. K. Nijak)



Fot. 33. Rdza na liściach wierzby – widoczne pomarańczowe uredinia (fot. K. Nijak)



Fot. 34. Opadzina liści na wierzbach krzewiastych spowodowana rdzą (fot. K. Nijak)

następuje rozwój choroby na pędach są najsilniej narażone na zniszczenie, a straty plonu to ponad 40% (Pei i McCracken 2005). Na jesień (wrzesień) następuje kolejna faza rozwojowa sprawcy rdzy. Plamki na liściach brązowieją. Jesienią powstają teliospory, które zimują na opadłych liściach. Wiosną teliospory kielkują i powstają na nich basidiospory, które infekują modrzew europejski (*Larix decidua*). Na roślinach żywiciela pośredniego formują się eciospory, które infekują wierzby.

Większość rdzy wierzb ma podobny cykl rozwojowy. Jednak w przypadku wspomnianej formy łodygowej może ona kończyć swój cykl rozwojowy na stadium ogników i zimować w porażonych pędach. W ten sposób do kolejnych infekcji może dojść znacznie wcześniej z pominięciem kolejnych faz rozwojowych. Silne porażenie rdzą powoduje osłabienie roślin, które stają się szczególnie wrażliwe na porażenie przez patogeny powodujące zamieranie. Uważa się również, że osłabione rośliny są bardziej narażone na wymarzenie (Remlein-Starosta i Nijak 2010).

Sprawcami kolejnej istotnie ograniczającej plon biomasy choroby wierzby są dwa patogeny należące do odrębnych grup systematycznych. Dlatego opisując tę chorobę powinno wyróżniać się dwie jednostki chorobowe – **parcha i antraknozę wierzby** (fot. 35). Sprawcą parcha wierzby jest grzyb *Venturia saliciperda* Nüesch,

anamorfa – *Pollaccia saliciperda* (Allesch and Tubeuf). Parch w latach 70. i 80. ubiegłego wieku uważany był za jedną z najgroźniejszych chorób wierzb wikliniarskich w Polsce (Glaser 1982; Glaser i Tatarynowicz 1982). Również obecnie ta choroba jest potencjalnym sprawcą znacznych strat w uprawach wierzb krzewiastych (Dłużniewska 2005). Rozwojowi choroby sprzyjają takie czynniki, jak wilgotna wiosna i lato oraz duże nawożenie azotem. Pierwsze objawy choroby pojawiają się od wiosny do początku lipca, a największe nasilenie choroby odnotowuje się w końcu sierpnia i na początku września. Górne liście gwałtownie czernieją i zwijają się. Martwe, zasuszone liście długo pozostają na pędach. Czasami w warunkach wysokiej wilgotności wzdłuż nerwów blaszek liściowych na ich spodniej stronie można zaobserwować oliwkowozieloną masę zarodników. Zarodniki konidialne są dwukomórkowe, brązowawe. Jednak w przeprowadzonych badaniach obserwowano zazwyczaj zarodniki typu *Fusicladium*. Sopory te są zazwyczaj jednokomórkowe. Następnie poprzez ogonki liściowe patogen przerasta do pędów, dlatego najczęściej atakowana jest górna część pędów. Zasychają one stopniowo od góry i zamierają. Nekrozy obejmują całe pędy, które wyglądają jak spalone.

Stadium workowe patogena rozwija się jesienią, przy łagodnej zimie również wiosną na opadłych liściach. Grzyb zimuje na porażonych pędach w postaci grzybni, z której wiosną wytwarzane są konidia infekujące kolejne rośliny. Infekcje pierwotne powodują zarodniki workowe i konidialne. Morfologicznie



Fot. 35. Objawy antraknozy na liściach wierzby (fot. K. Nijak)

objawy porażenia przez sprawcę antraknozy wierzb [*Colletotrichum gloeosporioides* Penz., teleomorfa – *Glomerella miyabeana* (Fuckell) Arx] są identyczne jak parcha wierzby (fot. 36). Zmiany chorobowe pojawiają się na początku lipca. Ciepłe lato sprzyja rozwojowi choroby. Najpierw wzdłuż głównych nerwów liści i na szczytach blaszek liściowych pojawiają się nekrotyczne plamy, a następnie pojedyncze czarne, zlewające się plamy na całej ich powierzchni. Liście więdną i zasychają. Podobnie jak w przypadku parcha martwe liście pozostają na pędach, dopiero później opadają. Patogen przerasta do pędów czego konsekwencją jest ich zamieranie. W wysokiej wilgotności powstają na powierzchni plam warstwiaki i pojawia się różowawa masa zarodników. Zarodniki są jednokomórkowe, hialinowe, wydłużone, owalne o charakterystycznym kielbaskowatym kształcie.

Sprawcami plamistości na liściach wierzb może być wiele patogenów (fot. 37). Diagnostyka danego sprawcy jest możliwa jedynie przy użyciu technik mikroskopowych lub po przeprowadzeniu izolacji na sztuczne pożywki. Sprawcą **brązowej plamistości liści** jest grzyb *Drepanopeziza sphaerioides* (Pers.) Hohn., anamorfa – *Marssoninia salicicola* (Bresad.) Magnus. Pojawiające się początkowo na górnej stronie liści ciemnobrązowe plamy, obejmują stopniowo dolną ich stronę. Wewnątrz zmian chorobowych pojawiają się w lecie acerwulusy, z których uwalniane są hialinowe, rogalikowate, dwukomórkowe konidia o średniej wielkości – $16,5 \times 7,7 \mu\text{m}$. Silniejsze porażenie doprowadza do przedwczesnego zamierania liści.



Fot. 36. Zasychanie liści spowodowane parchem i antraknozą wierzby (fot. K. Nijak)



Fot. 37. Objawy plamistości liści (fot. K. Nijak)

Objawy pojawiają się zazwyczaj na starszych liściach w dolnej części lodyg, które w zwartym łanie wierzbowym opadają na skutek naturalnych zmian fizjologicznych. W sprzyjających warunkach plamy pojawiają się również na pędach, powodując spękania kory. Większe porażenie liści obserwuje się na starszych roślinach (Dłużniewska 2011).

Kolejną plamistością liści jest **czarna (smołowata) plamistość liści**. Jest ona powodowana poprzez grzyb *Rhytisma salicinum* (Pers.) Fr., anamorfa – *Melasmia salicina* Lev.. Początkowo, wiosną, jej objawy są niemal identyczne jak brązowej plamistości. Latem na brązowych nekrozach pojawia się czarny nalot. Podobnie jak w przypadku poprzedniej choroby nie odnotowano silniejszego porażenia.

Sprawcą drobnych, brązowych, nekrotycznych plam na liściach jest również gatunek *Diplodinia microsperma* (Johnston) Sutton, anamorfa – *Cryptodiaporthe salicella* (Fr.) Pertak. Pod mikroskopem obserwuje się go głównie w postaci drobnych piknidiów wypełnionych z hialinowymi, wydłużonymi, dwukomórkowymi, owalnymi zarodnikami o średniej wielkości $15,5 \times 5 \mu\text{m}$.

Oprócz wymienionych grzybów sprawcami plamistości na liściach wierzby mogą być: [*Cytospora salicis* (Corda) Rabenh, anamorfa – *Valsa salicina* (Pers)], *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Caldosporium* spp., *Ascochyta* spp., *Stemhylium* spp.



Fot. 38. Objawy mączniaka na liściach wierzby (fot. K. Nijak)

Wielkość porażenia blaszek liściowych dla wszystkich wymienionych powyżej sprawców plamistości to średnio 6% powierzchni blaszek liściowych. Objawy mogą jednak sięgać nawet 30% i powodować silniejszą defoliację pędów.

Wśród grzybów porażających pędy i karpy wierzb doprowadzając do ich zamierania wymienia się ponad 20 gatunków. Wśród nich są gatunki z rodzaju *Cytospora* (Valsa), *Fusarium*, *Phoma* i *Pestalozzia*. Są one sprawcami takich chorób, jak **zamieranie wsteczne**, którego sprawcą jest *Cryptodiaporthe salicella*, anamorfa – *Diplodinia microsperma*, *Cytospora salicella* i **zgorzel kory** oraz **zamieranie krzewów wikliny** powodowane przez *Valsa sordida*, anamorfa – *C. chrysosperma*. Objawami tych chorób są żółte lub beżowe nekrozy, często wgłębione. Stopniowo obejmują cały obwód pędu i schodzą do jego podstawy. W środku plamy tkanka stopniowo ciemnieje, a pod plamą przybiera postać wodnistą i jest czerwonobrazowa. Porażeniu sprzyja zła kondycja roślin wierzby na skutek przesuszenia czy uszkodzeń mrozowych, a także inne uszkodzenia mechaniczne w tym żerowanie owadów. Przebieg choroby bywa bardzo gwałtowny i na plantacjach wierzby ozdobnych znane są przypadki zniszczenia roślin w bardzo krótkim czasie (Dłużniewska 2010).

Rzadką chorobą niektórych odmian wierzby krzewiastej jest **mączniak prawdziwy wierzb** (fot. 38). Jej sprawcą jest grzyb *Uncinula adunca* (Walor. ex Fr.) Lév., *Erysiphe adunca* (Warll) Fr., *U* lub *E. salicis* DC. Porażone liście pokrywa białe

nalot, a następnie liście opadają. Choć ta choroba stanowi duże zagrożenie dla wierzb wikliniarskich, to w przypadku wierzb uprawianych na cele energetyczne odnotowywano ją jedynie lokalnie, a jej znaczenie nie jest znane.

Sprawcą jednej z istotniejszych chorób wierzb (bakterioza wierzb, ang. water mark disease) jest *Brenneria salicis* (syn. *Erwinia salicis*). Początkowo objawia się ona więdnieniem górnych liści, a pozostałe liście przybierają czerwono-brązowy kolor i pozostają na pędach. Charakterystyczne przebarwienie liści pojawia się zazwyczaj w maju. Porażone rośliny więdną i zamierają, a drewno wewnątrz pędów przybiera przezroczystą miękką formę. Sprawca bytuje głównie w naczyniach ksylemu, który z czasem staje się czerwony lub brązowy i wyraźnie odcina się od zdrowej tkanki. Przyjmuje się, że głównym źródłem inokulum są zainfekowane zrzezy (sadzunki). Zrzezy często nie wykazują objawów, dlatego bardzo ważne są badania materiału nasadzeniowego pod kątem występowania bakterii (Bremmen i De Kam 1970; Remlein-Starosta 2007). Nie do końca poznany jest mechanizm rozprzestrzeniania się porażenia. Przypuszczalnie biorą w nim udział owady świerszczowate. Uważa się również, że infekcji sprzyjają uszkodzenia tkanek. Silne porażenie bakteriozą stwierdzono również na plantacjach z licznymi uszkodzeniami pomrozowymi. Oprócz wymienionego gatunku sprawcy bakteriozy objawy bakteryjnej zgnilizny na wierzbach mogą powodować inne bakterie z rodzajów *Erwinia*, *Sphingomonas*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*.

6.2. Niechemiczne metody ochrony wierzb

Ze względów ekonomicznych i środowiskowych stosowanie chemicznej ochrony w przypadku wieloletnich upraw wierzb krzewiastych jest nieopłacalne, a ponadto trudne technicznie do wykonania. System ochrony roślin powinien obejmować wszelkie dostępne metody zwalczania chorób. Dlatego warto mieć na uwadze oraz wspomagać naturalne procesy samoregulacji, które zachodzą wewnątrz łanu wierzb.

6.2.1. Metoda hodowlana i agrotechniczna

Jednym z najważniejszych czynników przy zwalczaniu patogenów roślin jest dokładne poznanie biologii danego czynnika chorobotwórczego. Najgroźniejszą chorobą wierzb uprawianych w celu pozyskiwania biomasy jest rdza. Pula ras fizjologicznych sprawcy tej choroby, *Melampsora epitea*, na danym obszarze przystosowana jest do lokalnych wierzb. Wiele wierzb pochodzących z Azji lub Ameryki Północnej jest odporna na porażenie przez europejskie rasy *M. epitea* (Błażej 2007). Dlatego w wyniku prac hodowlanych uzyskano szereg odmian wierzb o dużej odporności na rdzę. Otrzymano również odmiany, które są tolerancyj-

ne lub słabiej porażane przez inne patogeny. Prace hodowlane, w szczególności w przypadku patogenów bezwzględnych, to pogoń za przystosowywaniem się grzyba do nowego żywiciela (Szczukowski i Tworowski 2001).

Najlepszą strategią ochrony wierzby energetycznej przed rdzą jest prowadzenie plantacji o dużym różnicowaniu genetycznym. Warunkiem powodzenia jest jednak dobór odpowiednich odmian czy gatunków o zróżnicowanej odporności na najważniejsze patogeny. Najważniejszą zaletą uprawy wierzb krzewiastych w postaci mieszanek różnych odmian i gatunków jest wprowadzenie bioróżnorodności, która dzięki odrębności wprowadzanych roślin pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. Różnicowanie w wymaganiach glebowych i klimatycznych powoduje lepsze wykorzystanie zasobów wody i substancji pokarmowych. W przeciwieństwie do monokultur odmianowych, na genetycznie zróżnicowanych plantacjach składających się z różnych odmian funkcjonują rozmaite biologiczne i genetyczne mechanizmy redukcji chorób. W uprawie mieszanek odmian wierzb ograniczanie występowania patogenów następuje na skutek zmniejszenia ilości tkanki podatnej na porażenie na jednostce powierzchni ładu. Zjawisko to polega na zmniejszeniu ilości roślin podatnych na jednostce powierzchni uprawy i zwiększeniu odległości pomiędzy potencjalnymi gospodarzami. Sprzyja to tworzeniu się fizycznych barier rozprzestrzeniania się inokulum w postaci roślin odpornych. Zwiększa to również odporność genetyczną, ponieważ na każdej jednostce powierzchni mieszanki, rosną obok siebie rośliny o różnym typie odporności. Materiał zakaźny rozwijający się na którejkolwiek z nich w ograniczonym stopniu poraża rośliny pozostałych komponentów. Oprócz odporności genetycznej w ładzie wierzb złożonym z różnych odmian mogą istnieć również mechanizmy indukujące odporność (tzw. immunizacja biologiczna). Zjawisko indukowanej odporności polega na tym, że rośliny odmian podatnych na określone rasy fizjologiczne, po kontakcie z awirulentnymi dla nich rasami patogena nabywają odporności w stosunku do ras wirulentnych. W mieszkankach panują szczególnie sprzyjające warunki dla wystąpienia indukowanej odporności. Istotną rolę odgrywają także różnice w poziomach częściowej odporności na poszczególne patogeny jak i szereg interakcji pomiędzy różnymi czynnikami epidemicznymi a czynnikami ekologicznymi, jak zjawiska komplementacji, kompensacji, konkurencyjności, agresywności i tolerancji. Efekt komplementacji związany jest z wzajemnie korzystnym oddziaływaniem na siebie składników mieszaniny w sezonie wegetacyjnym. Zjawisko komplementacji przyczynia się do pełniejszego wykorzystania uwarunkowań środowiskowych, takich jak dostępność wody, składników pokarmowych i światła. Z kolei efekt kompensacji polega na efektywniejszym wykorzystaniu przez jeden z komponentów mieszanki przestrzeni życiowej, która z różnych powodów nie została w pełni wykorzystana przez pozostałe komponenty ładu mieszanego. Zjawisko to

pojawia się, gdy jedna z odmian jest silniej porażana i przez to jej rośliny mogą ulec zniszczeniu. Zjawiskiem konkurencji określa się właściwość danej odmiany uprawnej, która charakteryzuje się przeważnie szybszym rozwojem w niektórych fazach, np. wiosną szybciej rozpoczyna wegetację, w wyniku czego osobniki takie mogą opanowując przestrzeń życiową ograniczać wzrost pozostałych składników mieszanki. Konkurencyjność pomiędzy roślinami różnych odmian może prowadzić do wzrostu bądź spadku liczebności roślin odpornych lub podatnych w mieszance. Agresywność to właściwość biologiczna gatunku polegająca na szybkim opanowaniu przestrzeni życiowej w warunkach dla niego sprzyjających rozwojowi danego gatunku czy odmiany. Biorąc pod uwagę opisane zjawiska ekologiczne należy tak dobierać komponenty mieszanek, aby mechanizmy te stymulowały odporność plantacji i pozwalały na uzyskanie wysokich plonów biomasy. Dobór odmian jest w przypadku wierzb krzewiastych zdecydowanie łatwiejszy niż przy tworzeniu np. mieszanek zbóż. Nie ma wymogów co do ujednolicenia ładu pod względem okresu dojrzewania, barwy czy wyrównania. Rośliny powinny przede wszystkim charakteryzować się szybkim przyrostem biomasy. Jednocześnie dobrze wykorzystywać zasoby wodne i pokarmowe. Powinny być również odporne lub mniej podatne na porażenie przez patogeny. Najistotniejszym jednak warunkiem jest zróżnicowanie genetyczne. W mieszankach odmian w przeciwieństwie do zasiewów czystych występują rasy patogena o bardziej złożonym spektrum chorobotwórczości. W związku z tym, że populacje patogena w mieszankach są bardziej różnorodne pod względem patogeniczności, nie powstają warunki sprzyjające szybkiemu rozprzestrzenieniu się pojedynczych ras patogena. Dlatego uprawa mieszanek odmian ogranicza możliwość przełamania odporności. Aby uzyskać efekt długotrwałej odporności plantacji poleca się, aby mieszanki wierzb składały się z 5 do 6 odmian zróżnicowanych genetycznie. W przypadku odmian zagranicznych właściwy dobór mieszanki odmian jest znacznie ułatwiony, ponieważ producenci materiału nasadzeniowego proponują gotowe zestawy. Uwzględniają one pochodzenie poszczególnych odmian z różnych krzyżówek wewnątrz- lub międzygatunkowych tak, aby uzyskać jak najbardziej zróżnicowaną genetycznie populację wierzb na plantacji. Zagraniczne odmiany mają bardzo dobrze udokumentowane pochodzenie i opis w wyniku jakich krzyżowań zostały uzyskane. Problemem są niestety odmiany uzyskiwane przez polskich hodowców. Zazwyczaj nie jest jasne ich pochodzenie. Często nie wiemy czy dana odmiana powstała w wyniku celowych zabiegów hodowlanych czy jest klonem powstałym spontanicznie. Jednak tu również w wielu przypadkach można prześledzić mechanizm uzyskania danej odmiany. W tabeli 3. przedstawiono wykaz odmian wpisanych do Księgi Wyłącznego Prawa Hodowcy (COBORU) oraz dane dotyczące porażenia odmian wierzb przez sprawcę rdzy (badania własne IOR-PIB we współpracy z COBORU).

Tabela 3. Wykaz odmian wierzby wpisanych do Księgi Ochrony Wyłącznego Prawa Hodowcy i ich porażenie przez rdzę

Lp.	Odmiana	Prawo Hodowcy	Porażenie przez rdzę
1.	Sprint (UWM 063)	KO	+++
2.	Start (UWM 067)	KO	++
3.	Turbo (UWM 146)	KO	++
4.	Kerim (Ekokom-1)	KO	+++
5.	Olof	KO UE	–
6.	Sven	KO UE	–
7.	Torhild	KO UE	–
8.	Gudrun	KO UE	+
9.	Tordis	KO UE	–
10.	Jorr	KO UE	+++
11.	Orm	KO UE	+++
12.	Rapp	KO UE	+++
13.	SW Inger	KO UE	++
14.	SW Sherwood	KO UE	+
15.	Tora	KO UE	–
16.	Ulv	KO UE	+
17.	Ashton Stott	KO UE	++
18.	Karin	KO UE	+
19.	Beagle	KO UE	++
20.	Ashton Parfitt	KO UE	brak danych
21.	Resolution	KO UE	+
22.	Discovery	KO UE	+
23.	Quest	KO UE	brak danych
24.	Doris	KO UE	++
25.	Paulinka	KO	–
26.	Karolinka	KO	++
27.	Marcel	KO	++
28.	Dobkowska	KO	–

Tabela 3. CD

Lp.	Odmiana	Prawo Hodowcy	Porażenie przez rdzę
29.	Monotur (UWM 099)	KO	+++
30.	Kortur (UWM 144)	KO	+++
31.	Oltur (UWM 145)	KO	+++
32.	Tur (UWM 196)	KO	+
33.	Bona (UWM 199)	KO	brak danych
34.	Lisa	KO UE	brak danych
35.	Nora	KO UE	brak danych
36.	Klara	KO UE	++
37.	Stina	KO UE	brak danych
38.	Linnéa	KO UE	brak danych

KO – odmiana chroniona krajowym wyłącznym prawem hodowcy, KO UE – odmiana chroniona wspólnotowym prawem (ochrona prawna na poziomie unijnym), (–) – brak porażenia, (+) – porażenie słabe, (++) – średnie, (+++) – silne

6.2.3. Metoda biologiczna

Metody biologiczne to grupa najszerszej stosowanych niechemicznych metod ochrony roślin wykorzystująca bezpieczne dla środowiska i zdrowia ludzkiego czynniki biologiczne. Dla części metod spodziewane jest zadomowienie i utrzymywanie się populacji pożytecznych organizmów na chronionym terenie. Do tej grupy należy metoda klasyczna, która polega na wprowadzaniu do środowiska organizmów pochodzących z innego, naturalnego dla nich miejsca występowania, oraz metoda konserwacyjna poprawiająca jakość środowiska życia organizmów naturalnie występujących na danym terenie. Natomiast w przypadku metody augmentatywnej zadomowienie pożytecznych organizmów nie jest spodziewane. W Polsce na zainfekowanych przez rdzę plantacjach wielokrotnie obserwowano *Sphaerellopsis filum*. Jest to nadpasożyt rdzy, który atakuje sprawcę rdzy wierzby. W warunkach badań eksperymentalnych nadpasożyt ten potrafi zredukować rdzę o 98%. Ponieważ można hodować go na sztucznych podłożach, zwiększa to w przyszłości szanse na jego wykorzystanie jako naturalnego wroga w ochronie plantacji przed rdzą.

7. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

7.1. Ograniczanie strat powodowanych przez gatunki owadów szkodliwych

7.1.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Ze względu na uprawę wierzby krzewiastej na jednym stanowisku przez kilka lat (nawet do 25) jest ona narażona na uszkodzenia spowodowane przez wiele gatunków szkodników. Dostępność jednolitego i atrakcyjnego pożywienia umożliwia wielu szkodnikom nieprzerwany, masowy rozwój, zwiększając ryzyko wyrządzenia przez nie znacznych szkód gospodarczych. Spośród ponad 100 gatunków owadów mogących w warunkach Polski żerować na wierzbie, kilkanaście z nich przez ostatnie dziesięciolecia przejawiało tendencję do masowych wystąpień, powodując istotne obniżenie biomasy – nawet do 30% (Bukiewicz 1989; Czerniakowski i Czerniakowski 1995; Czerniakowski 2000, 2005a; Nijak 2011; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013) (tab. 4).

Tabela 4. Znaczenie szkodników wierzby krzewiastej

Szkodnik	Znaczenie
Chrabąszcz majowy (<i>Melolontha melolontha</i>)	+(+)
Drutowce (Elateridae)	+
Jątrewka pospolita (<i>Phratora vulgatissima</i>)	++(+)
Jątrewka wiklinówka (<i>Phratora vitellinae</i>)	++(+)
Krytoryjek olchowiec (<i>Cryptorhynchus lapathi</i>)	+(+)
Lenie (<i>Bibio</i> spp.)	+
Mszycza wierzbowa pospolita (<i>Aphis farinosa</i>)	+
Mszycza wierzbowo-korowa (<i>Tuberolachnus salignus</i>)	++(+)
Niekreślanka wierzbówka (<i>Earias clorana</i>)	++
Nierównienka listnik (<i>Anomala dubia</i>)	++
Ogrodnica niszczylistka (<i>Phyllopertha horticola</i>)	++

Pienik olchowiec (<i>Aphrophora alni</i>)	+
Pienik wierzbowy (<i>Aphrophora salicina</i>)	+(+)
Pryszczarek wierzbowiak brzeżkowiak (<i>Dasyneura marginemtorquens</i>)	++(+)
Przeziernik mróweczka (<i>Synanthedon formicaeformis</i>)	++
Rolnice (<i>Agrotis</i> spp.)	+
Rynnica topolowa (<i>Chrysomela populi</i>)	+
Rynnica wierzbowa (<i>Chrysomela saliceti</i>)	+
Śluzownica lipowa (<i>Caliroa annulipes</i>)	+(+)
Turkuć podjadek (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)	+
Zgrzypik twardokrywka (<i>Lamia textor</i>)	+(+)
Zwierzyna łowna – jeleniowate (Cervidae)	++

+++ – szkodnik bardzo ważny; ++ – szkodnik ważny; + – szkodnik mniej ważny; () – lokalnie

Na plantacjach wierzy krzewiastej szkody mogą wyrządzać **chrząszcze (Coleoptera)** (Czerniakowski 2003; Waleryś i Sądej 2008), a wśród nich m.in. gatunki należące do rodziny ryjkowcowatych (Curculionidae) (Czerniakowski 1998;



Fot. 39. Krytoryjek olchowiec (fot. K. Nijak)



Fot. 40. Uszkodzenia pędu spowodowane żerowaniem krytoryjka olchowca (fot. K. Nijak)

Sądej i wsp. 2004). **Krytoryjek olchowiec** (*Cryptorhynchus lapathi* L.) (fot. 39) powoduje szkody w dwóch fazach swojego rozwoju: jako larwa żeruje w karpach, a jako imago (owad dorosły) na pędach. Masowe żerowanie larw powoduje stopniowe zasychanie karp, a drążone przez nie chodniki często są bramą dla wtórnych porażeń przez sprawców chorób. Dorosłe chrząszcze żerują późną wiosną na młodych odroślach, latem podcinają niezdrewniałe, wierzchołkowe części pędów (fot. 40), a na pędach zdrewniałych wygryzają okrągłe otwory – tak uszkodzone pędy tracą w dużym stopniu wartość techniczną i handlową.

Larwy **znaczyna dwupłamka** (*Lepyrus palustris* Scop.) rozwijają się w strefie korzeniowej wierzby, a szkody są najbardziej widoczne po dwóch latach ich żerowania. Na skutek ubytku ponad 70% masy korowo-łykowej korzenia termin wytwarzania pędów jest opóźniony o około 2–3 tygodnie, pędy są krótsze i zwykle w następnym roku tak osłabiona roślina całkowicie zamiera. Dorosłe chrząszcze kolejnego z ryjkowców – **naliściaka pączkojada** (*Phyllobius oblongus* L.) na młodych odroślach wierzby, szczególnie w drugiej połowie maja, wygryzają pączki, wycinają zatokowo liście i podcinają wierzchołki pędów (Strojny 1954; Bukiewicz 1989).

Spśród chrząszczy **stonkowatych** (*Chrysomelidae*) istotne znaczenie gospodarcze w uprawie wierzby ma kilka gatunków. Do nich należą **jätrewka pospolita** (fot. 41 i 42) (*Phratora vulgatissima* L.) i **jätrewka wiklinówka** (*Ph. vitellinae* L.),



Fot. 41. Jątrzewka pospolita składająca jaja (fot. K. Nijak)



Fot. 42. Żerujące chrząszcze jątrewki pospolitej (fot. K. Nijak)



Fot. 43. Larwy jątrewki pospolitej (fot. K. Nijak)

których chrząszcze nalatują na plantacje wierzby zwykle w maju i żerują ogryzając rozwijające się liście i młode pędy. Szkodliwe są także larwy jątrewek, które początkowo żerują gromadnie w rzędach, powodując szkietowanie liści od spodu (fot. 43). Żerowanie jątrewek może powodować znaczne obniżenie plonu biomasy m.in. dlatego, że w ciągu roku wegetacyjnego rozwijają one dwa pokolenia, a w sprzyjających warunkach nawet trzy.

Podobne do jątrewek szkody są wynikiem żerowania **wprzeczki zmiennobarwnej** (*Plagiodera versicolor* Laich) (fot. 44), rozwijającej dwa pokolenia w ciągu roku, oraz jednopokoleniowej **szarynki iwówki** (*Lochmaea capreae* L.), której larwy żerują samotnie szkietując liście od wierzchołka pędu w dół. Na liściach wierzby żerują także **rynnica topolowa** (*Chysomela populi* L.) (fot. 45) i **rynnica wierzbowa** (*Ch. saliceti* Suff.). Larwy tych gatunków początkowo zeskrobują miękisz z górnej powierzchni blaszki liściowej, a potem ją szkietują, a dorosłe osobniki ogryzają liście. Rynnice mogą wyrządzać poważne szkody na młodych plantacjach wierzby, mogące prowadzić do całkowitego ich zniszczenia (Bukiewicz 1989; Achremowicz 1960; Czerniakowski 2002; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).



Fot. 44. Wprzeczka zmiennobarwna (fot. K. Nijak)



Fot. 45. Rynnica topolowa (fot. K. Nijak)

Na plantacjach wierzby spotyka się także chrząszcze z rodziny **chrabąszcowatych** (Melolonthidae), **rutelowatych** (Rutelidae) i **poświętnikowatych** (Scarabaeidae). Bardzo często na wierzbach żeruje **ogrodnica niszczylistka** (*Phyllopertha horticola* L.) (fot. 46), **nierównienka listnik** = **listnik zmiennobarwny** (*Anomala dubia* L.) (fot. 47), **kruszczyca złotawka** (*Cetonia aurata* L.) (fot. 48) oraz **chrabąszcz majowy** (*Melolontha melolontha* L.) (fot. 49). Te polifagiczne chrząszcze zjadają liście, pączki, kwiatostany oraz obgryzają młodą korę. Mogą doprowadzić do gołożerów, jeśli pojawiają się masowo w okresach gradacji, ponieważ w uprawach wieloletnich larwy chrząszczy mają znakomite warunki do pełnego rozwoju (lokalnie szkody mogą powodować starsze pędraki w 3–4 roku życia) (Bukiewicz 1989; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).



Fot. 46. Ogrodnica niszczylistka (fot. P. Strażyński)



Fot. 47. Nierównienka listnik (fot. P. Strażyński)



Fot. 48. Kruszczyca złotawka (fot. P. Strażyński)



Fot. 49. Chrabąszcz majowy (fot. K. Nijak)



Fot. 50. Wonnica piżmówka (fot. K. Nijak)

Z wierzbą swój rozwój ma związanych także kilka gatunków chrząszczy z rodziny kózkowatych (Cerambycidae), jak m.in. **zgrzypik twardokrywka** (*Lamia textor* L.), **dłużynka dwukropkowa** (*Oberea oculata* L.) czy **wonnica piżmówka** (*Aromia moschata* L.) (fot. 50). Szkodliwe są głównie larwy tych kózek, które żerując wewnątrz pędów powodują ich zasychanie (Strojny 1960; Bukiewicz 1989; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).

Wśród **pluskwiaków równoskrzydłych (Homoptera)** na plantacjach wierzby licznie występują mszyce: **mszyca wierzbowo-korowa** (*Tuberolachnus salignus* Gmell.), **mszyca wierzbowa** (*Pterocomma salicis* L.) (fot. 51), **mszyca wierzbowo-marchwiowa** (*Cavariella aegopodii* Scop.) (fot. 52) oraz **mszyca wierzbowa pospolita** (*Aphis farinosa* Gmell.) (fot. 53). Osobniki dorosłe i larwy mszycy wierzbowo-korowej żerują na zdrewniałych pędach wierzby, począwszy od szypki korzeniowej do wysokości ok. 1,5 m. Łodygi są szczelnie oblepione przez mszyce. Uszkodzone przez klujki mszyc rośliny mogą być wtórnie porażane przez sprawców chorób. Intensywnie żerujące mszyce wydzielają również spadź, która przyciąga inne owady i jest pożywką dla grzybów sadzakowych. Wykorzystując zranienia kory samice innych szkodników składają jaja (np. przeziernik mróweczka), co także powoduje wtórne straty. Pozostałe dwa gatunki mszyc żerują wysysając soki, głównie z liści i młodych pędów wierzby, powodując ich deformacje, przebarwienia i zasychanie (Szelegiewicz 1968; Stocki 2001; Sądej i Waleryś 2006; Holman 2009; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).



Fot. 51. Mszyca wierzbowa (fot. K. Nijak)



Fot. 52. Mszyca wierzbowo-marchwiowa (fot. P. Strażyński)



Fot. 53. mszyca wierzbowa pospolita (fot. K. Nijak)

Szkodnikami wierzb są także dwa gatunki pienikowatych (Cercopidae): **pienik olchowiec** (*Aphrophora alni* Fall.) oraz **pienik wierzbowy** (*A. salicina* Goeze.). Na młodych pędach żerują dorosłe osobniki, które od końca czerwca do jesieni nakłuwają rośliny i wysysają z nich soki. Wokół uszkodzonego miejsca pojawia się pierścieniowate zgrubienie (na skutek substancji zawartej w ślinie), które może powodować łamliwość pędów. Na gałązkach wierzb, od maja do lipca, larwy pienika wierzbowego żerują grupowo w pienistej wydzielinie, żywiąc się sokami roślin (fot. 54). Nakłucia kory przez larwy są głębokie i mogą powodować martwicę tanek roślinnych. Natomiast larwy pienika olchowca żerują u nasady szyjek korzeniowych, produkując pienistą substancję widoczną tuż nad powierzchnią ziemi. Masowo i intensywnie żerując mogą uszkadzać podstawę pędu. Pieniki wytwarzają tylko jedno pokolenie w ciągu roku. Ostatnio obserwowany w Polsce wzrost nasilenia występowania i szkodliwości pieników spowodowany jest wprowadzeniem monokultur w uprawie oraz ociepleniem się klimatu (Bukiewicz 1989; Czerniakowski 2005b; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).

Szkodnikami wierzby są także **motyle (Lepidoptera)**, a wśród nich **trociniarka czerwica** (*Cossus cossus* L.) z rodziny trociniarkowatych (Cossidae). Szkody powodują jej larwy, które początkowo po wylęgu wgryzają się w korę, a w kolejnym roku w karpy i korzeń główny. Wygryzione i silnie uszkodzone karpy wkrótce zamierają. Z kolei gąsienica **przeziernika mróweczki** (*Synanthedon formicaeformis*



Fot. 54. Pienista wydzielina z larwami pienika wierzbowego (fot. K. Nijak)

Esp.) z rodziny przeziernikowatych (Aegeriidae) w grubszych pędach żeruje głównie w korze, a w pędach jednorocznych drąży w drewnie chodniki skierowane ku górze. Przy silnym żerowaniu szkodnika następuje mniejszy przyrost pędów (karłowatość krzewów), a nawet obumieranie roślin, co skutkuje obniżeniem plonu biomasy nawet do 30%. Dodatkowo porażone pędy nie mogą być wykorzystane jako zrzezy. Gąsienice **niekreślanki wierzbówki** (*Earias clorana* L.) (fot. 55) żerują pojedynczo na szczytach pędów, zawijając wierzchołkowe liście oprzędem w charakterystyczny kształt cygara i wygryzając stożek wzrostu (fot. 56). Powoduje to miotłastość pędów, tzn. pojawienie się dużej liczby bocznych odrostów (Bukiewicz 1989; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013). Gołozery liści wierzby mogą powodować także gąsienice innych gatunków motyli (fot. 57, 58, 59). W ostatnich latach w niektórych rejonach kraju zaobserwowano obecność i szkody wyrządzane przez gąsienice **nastrosza półpawika** (*Smerinthus ocellatus* L.) (fot. 60), które żerują na blaszce liściowej pozostawiając tylko nerwy (Waleryś i Sądej 2005).

Sporą grupę szkodników wierzby stanowią owady **blonkoskrzydłe (Hymenoptera) i muchówki (Diptera)**. **Śluzownica lipowa** (*Caliroa annulipes* Klg.) to niewielka błonkówka z rodziny pilarzowatych (Tenthredinidae). Jej pokryte śluzem larwy zeskrobując skórę i miększ po dolnej stronie liści, bądź całkowicie je szkieleтую posuwając się od dołu ku górze pędu. Liście z wyjedzonym miększem brunatnieją, zwijają się i usychają (masowo opanowana przez larwy śluzownicy plantacja



Fot. 55. Niekreślanka wierzbówka (fot. K. Nijak)



Fot. 56. Zwinięte oprzędem liście przez larwę niekreślanki wierzbówki (fot. K. Nijak)



Fot. 57. Gąsienica motyla garbatka dromaderka (fot. K. Nijak)



Fot. 58. Gąsienica motyla niedźwiedziówki kaji (fot. K. Nijak)



Fot. 59. Gąsienice motyla narożnicy zbrojówki (fot. K. Nijak)



Fot. 60. Gąsienica nastrosza półpawika (fot. K. Nijak)

wygląda jak po pożarze). Masowy i gwałtowny pojaw larw śluzownicy silnie osłabia krzewy, które w następstwie produkują słabe pędy, przez co znacznie spada wydajność plonów. Lokalnie i sporadycznie szkody mogą wyrządzać także błonkówki z rodzaju **felpiec** (*Trichiosoma* spp.), których larwy żerując od lipca do września wygryzają blaszki liściowe od brzegów. Przebarwiające się na purpurowo galasy ułożone symetrycznie na liściach to objawy obecności **listnicy** (*Pontania proxima* Seville) z rodziny pryszczarkowatych (Cecidomyiidae) (fot. 61). Spośród muchówek duże znaczenie na plantacjach wierzby ma **pryszczarek wierzbowiak brzeżkowiak** (*Dasineura marginemtorquens* Brem.). Larwa tego pryszczarka żeruje pod wąsko zagiętym do spodu i zgrubiałym brzegiem liścia. Na jednym liściu najczęściej występuje kilka zgrubień (galasów), ale zdarzają się liście, w których całe brzegi są pokryte galasami. W jednym galasie żeruje tylko jedna larwa, a same galasy przebarwiają się na czerwono-żółto. Silnie uszkodzone liście przyjmują kolor wiśniowy, skręcają się i usychają, a z czasem opadają (fot. 62). Duże nasilenie występowania larw tej muchówki może spowodować defoliację. Nierzadko pryszczarek może opanować duży obszar plantacji stając się poważnym zagrożeniem dla uprawy. Lokalnie szkody mogą powodować także inne gatunki, jak **pryszczarek różyczkowiec** (*Rhabdophaga rosaria* Loew.) powodujący deformacje szczytowych liści w kształcie rozety czy **pryszczarek łozinowiec** (*R. salicis* Sch.), powodujący gruszkowate narośla na pędach (Bukiewicz 1989; Czerniakowski 1997; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013).



Fot. 61. Uszkodzone liście przez listnicę (fot. K. Nijak)



Fot. 62. Efekt żerowania larw pryszcarka wierzbowiaka brzeżkowiaka (fot. K. Nijak)

Do często spotykanych **szkodników glebowych** na plantacjach wierzby można zaliczyć: drutowce (larwy chrząszczy sprężykowatych – Elateridae), larwy opuchlaków (*Otiorhynchus* spp.), gąsienice rolnic (Agrotinae), larwy komarnic (Tipulidae) i leniowatych (Bibionidae) oraz turkucia podjadka (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) oraz pędraki chrabąszczowatych (Melolontchidae) i rutelowatych (Rutelidae). Najczęstszymi uszkodzeniami części podziemnych wierzby są: podgryzanie korzeni oraz żer wewnętrzny (larwy muchówek i drutowców drążą korytarze, zanieczyszczając je odchodami i zgniłą materią organiczną). Szkodniki te zwykle nie powodują w uprawach wierzby krzewiastej szkód o istotnym znaczeniu gospodarczym, niemniej niektóre z nich są stadium rozwojowym poważnych szkodników nadziemnych części roślin (Bukiewicz 1989; Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013). Znaczne szkody, szczególnie w matecznikach i na młodych plantacjach może powodować **zwierzyna łowna**, szczególnie jeleniowate (Cervidae).

7.1.2. Możliwości integrowanej ochrony wierzby przed szkodnikami

Zabiegi agrotechniczne

Podstawową czynnością, której odpowiednie wykonanie gwarantuje ograniczenie liczebności szkodników jest właściwe przygotowanie gleby. Wykorzystanie odpowiedniego przedplonu i mechanicznej uprawy roli pozwala na zredukowanie po-

pulacji owadów żerujących w glebie. Rośliny okopowe nie powinny być uprawiane jako przedplon, ponieważ stanowią siedlisko dla żerujących pędraków i innych owadów odżywiających się korzeniami lub bulwami roślin. Poleca się wysiewanie zbóż lub roślin bobowatych jako najlepszego przedplonu. Dodatkowo rośliny bobowate wzbogacają glebę w azot i poprawiają jej strukturę, co korzystnie wpływa na kondycję roślin następczych. Głęboka orka sprzyja zniszczeniu skupisk larw lub pędraków. Rozwijające się w głębszych warstwach gleby owady zostają przemieszczone na jej powierzchnię, gdzie są bardziej narażone na przesuszenie i mogą stanowić doskonały pokarm dla ptaków i ssaków owadożernych.

Metoda biologiczna

Plantacje wierzby są nagromadzeniem jednolitej, atrakcyjnej karmy, co umożliwia wielu szkodnikom masowy rozród. Należy pamiętać, że wieloletnie plantacje wierzby stwarzają znakomite warunki do rozwoju entomofauny nie tylko szkodliwej, ale także pożytecznej. W uprawach tych żyje wiele gatunków pasożytniczych i drapieżnych, które odgrywają poważną rolę w ograniczaniu liczby szkodników. Wzrost liczebności organizmów pożytecznych powoduje samoistny spadek liczebności owadów potencjalnie szkodliwych dla roślin. Znaczny udział gatunków drapieżnych i pasożytniczych (jak np. biedronkowate, bzygowate, biegaczowate, pająki) w entomofaunie agrocenoz jest istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników.

Metoda hodowlana

Na plantacjach wierzby uprawianej na cele energetyczne podstawową metodą ograniczenia wysokości strat powodowanych przez szkodniki powinno być naprzemienne sadzenie kilku różnych odmian wierzby. Sugeruje się wykorzystanie odmian mniej podatnych na fitofagi. Poleca się plantatorom wybrać wierzby dobrze plonujące, a jednocześnie słabo lub średnio uszkodzane przez szkodniki. Nie wszystkie gatunki wierzb uprawianych w Polsce są jednakowo atrakcyjne pokarmowo, ze względu na ich zmienność w składzie biochemicznym. Wierzby o podwyższonej zawartości glikozydów są chętniej wybierane jako źródło pokarmu przez larwy i dorosłe chrząszcze. Niektóre gatunki szkodników przy wyborze rośliny żywicielskiej kierują się również czynnikami fizycznymi, takimi jak np. gruba warstwa włóków na spodniej stronie liści utrudniająca żerowanie. Różnice w wielkości i twardości liści mogą również wpływać na wybór określonych odmian wierzby przez żerujące na nich owady. Dlatego w procesie hodowlanym powinny być uwzględniane cechy biochemiczne i morfologiczne wierzb. Hodowcy bardzo rzadko udostępniają takie dane plantatorom, co znacznie utrudnia podjęcie decyzji o właściwym składzie odmianowym plantacji. W tabeli 5. przedstawiono informacje na temat wielkości uszkodzeń powodowanych przez szkodniki wybranych odmian. Mogą one stanowić wskazówkę przy zakładaniu plantacji wierzby energetycznej.

Tabela 5. Uszkodzenia przykładowych odmian wierzb przez szkodniki (badania IOR-PIB we współpracy z COBORU) (Remlein-Starosta i Mrówczyński 2013)

Odmiana	Wielkość uszkodzeń	Odmiana	Wielkość uszkodzeń
Ashton Stott	++	Orm	+
Beagle	+++	Paulinka	–
Discovery	+	Rapp	+
Dobkowska	+	Resolution	+
Doris	–	Sprint (UWM 063)	–
Gudrun	+	Start (UWM 067)	++
Jorr	+	Sven	+
Karin	++	SW Inger	+
Karolinka	–	SW Sherwood	+
Kerim (Ekokom-1)	++	Tora	+
Klara	++	Tordis	+
Kortur (UWM 144)	++	Torhild	+
Marcel	+++	Tur (UWM 196)	+
Monotur (UWM 099)	+	Turbo (UWM 146)	++
Olof	+++	Ulv	++
Oltur (UWM 145)	+++		

(–) – brak uszkodzeń; (+) – słabe uszkodzenia; (++) – średnie uszkodzenia; (+++) – silne uszkodzenia

Metoda mechaniczna

Ze względu na brak dostępnych chemicznych środków ochrony roślin poleca się wykorzystywanie różnego rodzaju metod mechanicznych. Można stosować zapory takie, jak: opaski lepowe lub tablice klejowe, pułapki feromonowe, przynęty świetlne. Opaski i tablice klejowe są rodzajem przynęt barwnych, gdzie kolor spełnia rolę wabiącą owady. Żółte tablice i opaski lepowe przywabiają głównie muchówki. Inną formą pułapek są przynęty zapachowe (feromonowe). W takich pułapkach wykorzystuje się syntetyczne związki odpowiadające zapachowi substancji hormonalnych samic, które przywabiają samce danego gatunku. Pułapki charakteryzują się zróżnicowaną budową, jednak zawsze posiadają dispenser z feromonem płciowym. Do wyłapywania motyli nocnych można stosować samolówki świetlne. Rolę wabiącą w takich

urządzeniach spełnia lampa jarzeniowa, zasilana ze źródła prądu zmiennego. Odławianie na światło nie jest metodą selektywną. Wszystkie pułapki powinny być regularnie opróżniane (najlepiej codziennie), a odłowione owady niszczone. Skuteczność metod polegających na wyłapywaniu szkodników jest znacznie ograniczona i może być uważana jedynie za metodę wspomagającą lub wskaźnikową. Technologia uprawy wierzby na cele energetyczne zakłada roczny lub trzyletni cykl produkcji. W okresie zimowym następuje zbiór pędów. Sprzyja to ograniczeniu występowania owadów. W ten sposób eliminowane są szkodniki zimujące w pędach, drewnie takie, jak przeziernik mróweczka i krytoryjek olchowiec, lub na korze oraz pąkach liściowych, gdzie składają jaja takie owady, jak mszyce lub muchówki.

Metody chemiczne

W Polsce nie ma obecnie zarejestrowanych żadnych insektycydów do ochrony wierzb. Mimo to Instytut Ochrony Roślin – PIB uzyskał szereg wyników dotyczących możliwości wykorzystania ochrony chemicznej. Stwierdzono, że wykonanie jednego zabiegu nie jest efektywne. Powodem tego jest zróżnicowanie w biologii licznych grup owadów związanych pokarmowo z wierzbą. Niektóre gatunki mają po kilka pokoleń w sezonie wegetacyjnym lub wieloletni cykl rozwojowy. Skuteczność oddziaływania na nie substancji czynnych insektycydów jest często ograniczona do krótkiego czasu, w którym występują formy wrażliwe. Część gatunków szkodliwych zmienia miejsce żerowania (np. przeziernik mróweczka), co ogranicza dostęp preparatów. Dodatkowo wielopokoleniowość może powodować konieczność wielokrotnego wykonania zabiegu. Dostępne środki techniczne uniemożliwiają właściwe wykonanie zabiegów na wieloletniej plantacji (wysokość i gęstość roślin). Opryski można przeprowadzić tylko na odrostach jednorocznych, do osiągnięcia przez pędy wysokości ok. 1,5–2 m. Ponadto konieczność wykonania wielokrotnych zabiegów może wpływać niekorzystnie na efekty ekonomiczne.

7.2. Zalecenia dotyczące ograniczania strat powodowanych przez zwierzynę łowną na plantacjach wierzby

Do ważnych agrofagów wierzby krzewiastej uprawianej głównie na cele energetyczne zalicza się niektóre gatunki ssaków łownych z rodziny jeleniowatych (*Cervidae*). Są to: jelen szlachetny (*Cervus elaphus* L.), sarna (*Capreolus capreolus* L.), daniel (*Dama dama* L.) oraz łos (*Alces alces* L.), a także jeden gatunek gryzonia z rodziny bobrowatych, którym jest bóbr europejski (*Castor fiber* L.). Wymienione zwierzęta są wyłącznie roślinożerne, choć mają różne preferencje pokarmowe, zarówno jeśli chodzi o gatunki zjadanych roślin, jak też ich ilość. Poniżej podano charakterystykę wymienionych gatunków zwierząt jeleniowatych oraz bobra.

Jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.)

Jeleń należy do rzędu parzystokopytnych (*Artiodactyla*), podrzędu przeżuwaczy (*Ruminantia*), rodziny jeleniowatych (*Cervidae*). Populacja jelenia w Polsce wynosi obecnie około 175–200 tys. osobników i jest w ostatnich latach ustabilizowana. Gęstość populacji w różnych rejonach kraju jest zmienna, najliczniej występuje w rejonach zachodnio-północnych, na Mazurach i w niektórych rejonach południowych – górskich (Węgorek, dane niepubl.). W populacjach jelenia szlachetnego występującego w Polsce wyróżnia się kilka ekotypów. Najpotężniejszy jest jeleń bieszczadzki, następnie jeleń mazurski, natomiast jeleń wielkopolski i jeleń pomorski są nieco mniejsze. Samce w zależności od ekotypu osiągają średnią masę 150–250 kg, a samice 80–120 kg. Gatunek ten ma bardzo duże zdolności adaptacyjne i wykazuje plastyczność ekologiczną. Jeleń, który był zwierzęciem otwartych przestrzeni, w ostatnich kilkudziesięciu latach zaadaptował się również do terenów polno-leśnych i w dniu dzisiejszym ze względu na antropopresję zamieszkuje zarówno duże, jak i małe kompleksy lasów. Często przebywa na skraju pól uprawnych, na których poszukuje wysokoenergetycznego i zasobnego w mikroelementy pokarmu. Jest zwierzęciem społecznym, żyjącym w grupach stadnych i tylko starsze samce prowadzą samotny tryb życia. Jeleń żyje około 15–18 lat. Obecnie prowadzi głównie nocny tryb życia na areale osobniczym sięgającym nawet kilkunastu tysięcy ha.

Jest gatunkiem wyłącznie roślinożernym, zjadającym dziennie około 15–20 kg pokarmu rozmaitych gatunków roślin, w tym wszystkie odmiany wierzby krzewiastej. Ponad 50% diety jeleni stanowią rozmaite gatunki traw, ale również pędy, liście, kora i owoce drzew i krzewów, zioła, a zimą zeschnięte trawy, mchy, porosty, pączki i młode pędy drzew iglastych. Z powodu łatwości zdobycia smacznego strawnego i energetycznego pokarmu od zmierzchu do świtu odwiedzają pola uprawne rzepaku, kukurydzy, buraków, kapusty, ziemniaków i zbóż (Dębowska 1981).

Żwacz jelenia, który jest pierwszym magazynem zjadanego pokarmu jest największą częścią żołądka. Może pomieścić ponad 20 kg rozmaitego, w dużej części włóknistego pokarmu, który w nim jest natychmiast rozkładany przez bakterie, orzęski i inne mikroorganizmy w procesie fermentacji w celu ułatwienia ich dalszego przyswajania już w formie cukrów i kwasów tłuszczowych. Mikroorganizmy żwacza pełnią też ważną rolę w detoksyfikacji substancji szkodliwych oraz dostarczają jeleniowi witamin (Hofmann 1989). W trosce o dobro współżyjących mikroorganizmów żwacza, jeleń musi więc dostarczać im stale duży procent (około 50%) pokarmu włóknistego bogatego w ligninę, celulozę, hemicelulozy i glukany (Sajdak 1974), stąd między innymi chętnie zjadana jest wierzba krzewiasta. Skład mikroflory żwacza u jelenia zmienia się sezonowo, co jest zjawiskiem ewolucyjnym przystosowującym zwierzę do przeżywania zim na pokarmie włóknistym i suchym, dlatego zagrożenie zgryzień wierzby krzewiastej w tym okresie jest największe.

Szkody łowieckie powodowane przez jelenia w uprawach wierzby krzewiastej są w Polsce największe w porównaniu z innymi jeleniowatymi. Oprócz uszkodzeń upraw wierzby krzewiastej w tym okresie, zdarzają się również wypadki szkód wyrządzanych przez te zwierzęta w sadach. W przeszłości uszkodzenia upraw przez jelenie koncentrowały się w pobliżu granic pól i zadrzewień. Obecnie jelenie migrują na znaczne odległości od dziennych ostoi, które są w lasach. W lesie i w uprawach wierzby zwierzę to powoduje szkody przede wszystkim w młodych uprawach, odrywając korę z młodych drzew i krzewów, zarówno iglastych jak i liściastych (spalowanie) oraz zgryzając wierzchołki pędów głównych, a także gałęzie i liście (Styszko 2009; Styszko i Borzykowska 2011). Zdeformowane drzewa lub krzewy wolniej rosną i mają zmieniony pokrój. Różne gatunki drzew i krzewów mają zróżnicowaną wrażliwość na ten rodzaj uszkodzeń. Samce jeleni mają zwyczaj wycierania poroża o łodygi i gałęzie drzew. Jest to zarówno forma znakowania swojego terytorium, jak i wyładowania agresji szczególnie w okresie rui.

Sarna (*Capreolus capreolus* L.)

Sarna należy do rzędu parzystokopytnych (*Artiodactyla*), podrzędu przeżuwaczy (*Ruminantia*), rodziny jeleniowatych (*Cervidae*). Spośród zwierząt jeleniowatych sarna jest najmniejsza. Samce osiągają około 18–26 kg, a samice 17–23 kg. Jest to gatunek eurytopowy zamieszkujący bardzo różne środowiska. Sarnę w Polsce można spotkać zarówno w wysokich górach, jak i we wszelkiego rodzaju lasach liściastych, iglastych i mieszanych, zadrzewieniach śródpolnych, bagnach, polach i łąkach (Pielowski 1984). Najkorzystniejszym środowiskiem jest dla sarny mozaika pól, lasów i zadrzewień śródpolnych. Liczebność tego gatunku w Polsce szacowana jest obecnie na około 830 tys. osobników (Węgorzek, dane niepubl.). Sarny mają swoje osobnicze areale. Rzadko wędrują na odległość większą niż kilka kilometrów. Na wielkoobszarowych uprawach nawet z intensywną produkcją rolną żyją duże ugrupowania tych zwierząt na stałe związane z polami – tak zwany eko-typ sarny polnej. W zachodniej Polsce zagęszczenie populacji sarny jest najwyższe i wynosi w niektórych rejonach ponad 50–60 osobników na 1000 ha pól. Sarna jest zwierzęciem terytorialnym i przy większym zagęszczeniu populacji tworzy na terenach otwartych stada liczące do kilkudziesięciu osobników, którym zawsze przewodzi doświadczona samica.

Sarna odżywia się bardziej selektywnie niż jelen, zjada tylko lekkostrawne, niezdrewniałe części roślin, świeże pędy, między innymi wierzby krzewiastej, kielki, liście, trawy, a na polach uprawnych świeży pokarm w postaci różnych gatunków roślin znajduje przez cały rok. Spośród roślin rolniczych ulubionym pokarmem sarny polnej jest rzepak, oziminy zbóż i rośliny strączkowe. W zimie, podobnie jak jelen, sarna polna intensywnie odżywia się chętnie rzepakiem ozimym i oziminami zbóż, tym bardziej, że trawy leśne i wrzosa zasychają. Sarny leśne odżywiają się pączkami drzew i krzewów, a także igłami drzew iglastych, przez co czynią

duże szkody w młodych uprawach leśnych (Drożdż i Osiecki 1973; Gębczyńska 1980). Zgryza pędy, najczęściej główne, wierzchołkowe różnych gatunków drzew do wysokości 120 cm. Sarna może powstrzymać rozwój drzewek o około 5 lat i spowodować ich deformację w postaci wykształcenia licznych odgałęzień i form krzaczastych. Dodatkowymi szkodami jest wycieranie poroża i znakowanie terytorium przez samce sarny powodujące zdzieranie i strzępienie kory młodych drzew.

Podobnie jak jelen sarna przeżuwa pokarm, jednak ze względu na mały żołądek i krótkie jelita procesy fermentacji pokarmu i trawienia przebiegają u tego gatunku szybciej, co wymusza częstsze żerowanie i pobieranie lekkostrawnych fragmentów roślin (Nagy i Regelin 1975). Zapotrzebowanie pokarmowe sarny wynosi w zależności od strawności około 1,5–3 kg świeżej masy roślinnej dziennie.

Daniel zwyczajny (*Dama dama* L.)

Daniel należy do rzędu parzystokopytnych (*Artiodactyla*), podrzędu przeżuwaczy (*Ruminantia*), rodziny jeleniowatych (*Cervidae*). Jest coraz powszechniejszym zwierzęciem łownym w Polsce. Populacja tego gatunku liczy w Polsce ponad 20 tys. osobników i ma stałą, silną tendencję wzrostową. Największe zagęszczenie populacji daniela występuje w Wielkopolsce. Waga dorosłych samców wynosi około 70–100 kg, a samic 45–60 kg. Dzięki dużym zdolnościom adaptacyjnym gatunek ten przystosowuje się dobrze do różnych środowisk przyrodniczych. Typowym biotopem daniela jest rzadki las. Jest gatunkiem społecznym, tworzącym chmary rodzinne składające się w lasach z 4–6 osobników, natomiast na polach z 15–20 osobników. W okresie zimy mniejsze chmary łączą się w stada mogące liczyć nawet 150 osobników. Podobnie jak jelen, odżywia się głównie trawami, krzewami, korą drzew oraz roślinami uprawnymi. W lasach powoduje często szkody zgryzając pędy, zjadając pączki i korę młodych drzew i krzewów (Ophoven 2006).

Łoś euroazjatycki (*Alces alces* L.)

Należy do rzędu parzystokopytnych (*Artiodactyla*), podrzędu przeżuwaczy (*Ruminantia*), rodziny jeleniowatych (*Cervidae*). Jest to największy współcześnie żyjący gatunek ssaka kopytnego z rodziny jeleniowatych. Jego liczebność w Polsce szacuje się obecnie na ponad 20 tys. osobników. Występuje głównie we wschodniej i centralnej Polsce i w lasach tych rejonów może powodować szkody. Najwyższe zagęszczenie populacji – około 6 osobników/100 ha powierzchni leśnej występuje w rejonie suwalskim, białostockim, chełmskim, siedleckim i łomżyńskim. W województwach zachodnich, południowych i centralnych zagęszczenie populacji łosia wynosi od około 3 do 0,1 osobnika/100 ha lasu. Jest to największe roślinożerne zwierzę łowne naszych lasów. Samce mogą osiągnąć wagę 500–750 kg i wysokość do 2,3 m (są więc wyższe od koni!), samice są mniejsze, mają wzrost 1,5 m i ważą

200–350 kg. Preferują biotop bagienny, wszelkiego rodzaju mokradła, torfowiska, doliny rzeczne, z dużym udziałem drzew liściastych. Odżywiają się roślinnością wodną, a także liśćmi, pędami oraz korą drzew i krzewów. Dotychczas zbadano około 250 gatunków roślin, którymi łoś się odżywia. Dorosły łoś zjada dziennie 20–50 kg pokarmu. Ze względu na lokalnie duże szkody w lasach, populacja tych zwierząt jest ściśle kontrolowana. Coraz chętniej żeruje również na łąkach i polach sąsiadujących z biotopem bagiennym. Może czynić dotkliwe szkody w plantacjach wierzb krzewiastej uprawianej na cele energetyczne, bowiem młode pędy tych roślin podobnie, jak młode gałązki brzozy, są przysmakiem łosi. Niechętnie, tylko z konieczności zjada igły drzew iglastych. Łosie żyją najczęściej samotnie lub tworzą 2–3-osobnicze grupy rodzinne. Zwierzęta te nie przejawiają silnych przyzwyczajęń terytorialnych jak jeleni, sarna czy daniel i wręcz lubią wędrówki, skąd kłopoty w dokładnym oszacowaniu liczebności tego gatunku. Potrafią prze-wędrować nawet kilkadziesiąt kilometrów w ciągu kilku dni i nierzadko w czasie wędrówek wstępują do wsi, a nawet do miast. Łosie z natury nie są płochliwe, żerując lub wędrując spokojnie się przemieszczają (Ophoven 2006).

Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 10 kwietnia 2001 r. w sprawie ustalenia listy gatunków zwierząt łownych oraz określenia okresów polowań na te zwierzęta (Dz. U. 2001, nr 43, poz. 488, ze zm.) łosie zostały objęte całoroczną ochroną. Założeniem mającym na celu doprowadzenie do odbudowy populacji tego gatunku było wprowadzenie 10-letniego moratorium, które następnie przedłużono, toteż do chwili obecnej gatunek ten posiada status zwierząt łownych objętych całoroczną ochroną.

Mając powyższe na uwadze oraz z uwagi na trwający już kilkanaście lat okres ochronny tego gatunku w Polsce Minister Środowiska podjął działania, które są w końcowej fazie obowiązujących procedur, mające na celu zlecenie opracowania „Strategii ochrony i gospodarowania populacją łośia w Polsce.” Po uzyskaniu wyników w tym zakresie zostaną podjęte stosowne kroki legislacyjne.

Bóbr europejski (*Castor fiber* L.)

Bóbr jest największym w Polsce przedstawicielem zwierząt z rzędu gryzoni (*Rodentia*). Odbudowa całkowicie wytępionej populacji tego gatunku w Polsce była niewątpliwym sukcesem. Liczebność bobra, na skutek sprzyjających warunków ekologicznych, szacowana jest obecnie na 20–25 tys. osobników i stale wzrasta.

Bóbr przystosowany jest ewolucyjnie do życia w środowisku lądowo-wodnym. Charakterystyczną cechą bobra są długowate, stale rosnące, pokryte pomarańczową emalią siekacze, które zwierzę to ściera na twardym pokarmie. Tymi silnymi zębami w ciągu zaledwie kilkunastu minut, pojedynczy bóbr potrafi powalić drzewo o średnicy 30 cm.

Pomiędzy sobą jak i z obcymi bobrami porozumiewają się „chemicznie” znakuje teren wydzieliną specjalnych gruczołów o zapachu charakterystycznym dla

każdego osobnika. Inne sygnały to głośnie uderzenia ogona w lustro wody (alarm) oraz piski. Żyją rodzinnie (4–10 osobników) na wyznaczonym terytorium, którego pilnują przed innymi przedstawicielami swojego gatunku. Czasami, gdy warunki sprzyjają, żyją również w koloniach, do których należy kilka rodzin. Budując żeremia, tamy lub kopiąc piętrowe nory o długości rozgałęzień dochodzącą do 50–100 metrów silnie zmieniają ekosystem, w którym przebywają. Migrujące osobniki mogą zasiedlać terytoria oddalone nawet o 200 km od miejsca urodzenia. W naturalnym środowisku żyją około 10–15 lat, choć znane są przypadki dożywiania hodowlanych osobników do około 25 lat.

Bóbr prowadzi ziemno-wodny tryb życia i nie jest zwierzęciem łownym, choć ze względu na silny wzrost populacji i wyrządzane lokalnie szkody prawdopodobnie niedługo nim będzie. Zjada rośliny różnych gatunków zarówno wodnych, jak: grążel, grzybień, rdestnice i inne czy lądowych, w tym rośliny rolnicze rosnące w pobliżu wód (buraki, kapusta, rzepak, kukurydza, marchew i inne). Jesienią i zimą bobry zjadają dużo pędów oraz kory krzewów i drzew gatunków dostępnych na ich terytorium. Bobry dobrze znoszą bliskość człowieka, są zwierzętami wyłącznie roślinożernymi, zjadając około 1 kilograma pokarmu na dobę i pędzą nocny, ostrożny tryb życia. Na terenach, gdzie obecność bobra nie prowadzi do konfliktu z gospodarką człowieka, bobry mają korzystny wpływ na ekosystem, przyczyniają się bowiem do wzrostu różnorodności biologicznej. Przekształcone przez bobra środowisko sprzyja rozwojowi zarówno niektórych gatunków zwierząt, jak i roślin. Spośród gatunków zwierząt głównie rybom, płazom, gadom, drobnym i większym ssakom, takim jak: wydra, piżmak, łos, jelen, sarna, dzik, ptakom – na przykład: bocianowi, żurawiowi, czapli, różnym gatunkom owadów i wielu innym. Spośród roślin głównie krzewom zespołów zaroślowych (wierzbowo-brzozowym), zespołów leśnych – łęgów, olsów, grądów, ale również zbiorowisk bagiennych z różnymi gatunkami trzin, turzyc i innych gatunków.

Szkodliwość bobra polega przede wszystkim na ścinaniu drzew, wokół zbiorników wodnych, podtapianiu użytków rolnych, zatykaniu przepływów i rowów melioracyjnych poprzez budowanie tam, kopaniu nor i korytarzy w groblach i nadbrzeżach rzek, jezior i stawów. Bobry rzadko oddalają się na odległość większą niż kilkadziesiąt metrów od brzegu (Ophoven 2006).

Problem lokalnych szkód powodowanych przez ssaki łowne w rolnictwie i leśnictwie w Polsce

Szkody w plantacjach wierzby powodowane przez wymienione ssaki łowne mogą mieć miejsce w całym okresie wegetacji roślin, jednak najniebezpieczniejsze są w pierwszym roku po założeniu plantacji, ponieważ młode i słabo jeszcze ukorzenione rośliny z silnymi uszkodzeniami pędów mogą w skrajnych przypadkach zamierać. Rośliny mniej uszkodzone i starsze (od drugiego roku wegetacji) najczęściej regenerują uszkodzenia, jednak dają niższy plon o gorszej jakości. Szkody

powodowane przez jeleniowate polegają najczęściej na zgryzaniu wierzchołkowej części młodych pędów, zdzieraniu kory (spalowanie) oraz łamaniu pędów. Dodatkowo samce jeleniowatych w okresie wzrostu poroża wycierając je o grubsze pędy wierzby, a także znakując swoje terytoria, silnie kaleczą rośliny (Styszko 2009; Styszko i Ignatowicz 2010; Styszko i Borzykowska 2011).

Spośród wymienionych gatunków jeleniowatych w Polsce najgroźniejszym szkodnikiem młodych roślin na świeżo założonych plantacjach jest sarna, która preferuje pączki i młode niezdrewniałe pędy. Wysokość zasięgu zgryzania roślin przez ten gatunek wynosi około 70–120 cm. Jeleń i daniel lepiej niż sarna trawią elementy zdrewniałe i korę i uszkadzają rośliny wierzby również w późniejszych latach wegetacji, a zasięg uszkodzeń wynosi około 200 cm. Łoś preferuje podobnie jak sarna łatwiej strawny pokarm, choć oczywiście może go pobierać ze znacznie większej wysokości. Poziom szkód i ich wpływ na spadek plonu uzależnione są od wielu czynników biologicznych i środowiskowych. Główne znaczenie ma gęstość i struktura populacji wymienionych gatunków zwierząt oraz ilość i dostępność preferowanego przez poszczególne gatunki pokarmu na terenie, gdzie uprawiana jest wierzba. Duże znaczenie ma struktura krajobrazu w pobliżu plantacji, występowanie obszarów leśnych i ostojowych, sąsiedztwo pól uprawnych, a także pora roku. Z badań naukowych nad przyczynami i następstwami szkód łowieckich na plantacjach wierzby, prowadzonych w Polsce głównie na Politechnice Koszalińskiej wynika, że sarna i jeleń uszkadzają wszystkie uprawiane odmiany wierzby, jednak wykazują w stosunku do nich wyraźne preferencje żerowe, co związane jest ze składem chemicznym i strawnością roślin. W zależności od badanych odmian, uszkodzenia w rejonie licznego występowania sarny i jelenia dotyczyły w pierwszym roku od 64 do 100% roślin. Roczne przyrosty uszkodzonych roślin w kolejnych latach są mniejsze, mimo że zgryzane rośliny w wyniku procesów regeneracyjnych wytwarzają większą ilość pędów niż rośliny nieuszkodzone. Mniejsza jest jednak ich długość i grubość, przez co spada ilość i jakość plonu. W badaniach stwierdzono również korelację wielkości uszkodzeń od gęstości sadzenia roślin. Im większe jest zagęszczenie roślin, tym mniej występuje szkód. Stwierdzono również, że odmiany o szybkim wzroście lepiej tolerują uszkodzenia oraz że wysokie nawożenie azotem w pierwszym roku uprawy zwiększa zagrożenie ze strony jeleniowatych.

Przeciwdziałanie szkodom. Sposoby i metody ochrony wierzby krzewiastej przed zwierzętami jeleniowatymi

Wobec zagrożeń wpływających z konsekwencji żerowania i przebywania zwierząt jeleniowatych w uprawach wierzby na cele energetyczne zaleca się różne sposoby przeciwdziałania szkodom. Zasadnicza różnica w porównaniu z innymi agrofagami polega na tym, że w Polsce w odniesieniu do zwierząt łownych i ptaków, nie dopuszcza się ograniczania ich liczebności poprzez stosowanie

syntetycznych czy naturalnych substancji chemicznych o właściwościach toksycznych oraz środków hormonalnych lub feromonów wpływających hamująco na ich rozrodczość.

W odniesieniu do zwierząt jeleniowatych zaleca się metodę mechaniczną, agrotechniczną i chemiczną (Szukiel 2001; Węgorek 2007, 2011; Węgorek i Zamojska 2012).

Metoda mechaniczna

Spośród sposobów mechanicznych najczęściej stosuje się urządzenia wizualne, dotykowe oraz dźwiękowe. Najczęściej zabezpiecza się powierzchnię upraw wierzby różnego rodzaju ogrodzeniami dostosowanymi do wielkości zwierząt. Metoda grodzień ma swoje zalety, lecz nie jest całkowicie pewnym sposobem zabezpieczania roślin uprawnych. Zarówno jelenie, jak i danielce czy sarny potrafią przeskakiwać ogrodzenia. Niekorzystnym następstwem metody ogrodzeń dużych powierzchni jest zwiększenie liczby uszkodzeń na polach sąsiadujących z chronionymi. Poza tym jest to metoda kosztowna i na skutek wprowadzania niekorzystnych zmian w biotopach traktowana jako nieekologiczna zubażająca różnorodność biologiczną. Stosuje się ją jednak coraz powszechniej na uprawach szczególnie narażonych na zniszczenie, głównie szkółek hodowli odmian wierzby i upraw młodych. Do mechanicznych metod ochrony zalicza się także różnego rodzaju urządzenia wizualne, elektryczne i akustyczne. Skuteczność tych urządzeń jest zazwyczaj krótkotrwała, ponieważ dzikie zwierzęta dość szybko się do nich przyzwyczajają. Okres skutecznego działania wymienionych urządzeń w niezmiennym stanowisku wynosi 2–4 tygodni i dlatego urządzenia te najlepiej nadają się do zabezpieczania roślin w krytycznym okresie powstawania szkód – na przykład wiosną w okresie wykształcania młodych pędów.

Metoda agrotechniczna

Do zaleceń właściwej agrotechniki w ograniczaniu szkód łowieckich w uprawach wierzby należy z pewnością właściwy wybór miejsc sadzenia roślin. W miarę możliwości takie uprawy należy zakładać w większej odległości od lasów i innych miejsc ostojowych (bagna, trzcinowiska, zakrzewienia). Zwierzyna szybko przyzwyczaja się bowiem do miejsc dla niej atrakcyjnych, traktując już rutynowo monokultury wierzby jako miejsce żerowania i ostoi. Błędy agrotechniczne wykorzystywane są często przez zarządców i dzierżawców obwodów łowieckich jako czynnik umożliwiający zmniejszenie odszkodowania.

Metoda chemiczna

Metoda chemiczna daje do dyspozycji naturalne lub syntetyczne substancje, których działanie polega na odstraszeniu i zniechęcaniu roślinożernych ssaków łownych do żerowania i przebywania na chronionych powierzchniach. Środki

chemiczne obejmują: repelenty, czyli środki odstraszaające od chronionych powierzchni oraz środki przywabiające do powierzchni niechronionych, tak zwane atraktanty (tab. 6).

Chemiczne środki do odstraszania zwierzyny łownej (repelenty) można podzielić według mechanizmu działania, na: smakowe – np. kwas fosforowy, zapachowe – np. syntetyczne lub naturalne feromony, zapach obcy w biotopie, złożone – odstraszaające smakiem i mechanicznie, smakiem i zapachem, smakiem, zapachem i mechanicznie.

Substancje czynne tych środków oddziałują na zwierzęta poprzez krótkotrwałe bodziec bólowy (drażnienie śluzówki) lub lękowy. Zarówno ból, jak i lęk są dla organizmu sygnałami alarmowymi, które odgrywały i odgrywają w historii ewolucji każdego gatunku bardzo ważną rolę. Niektóre z nich mają charakter wrodzony, np. odruchy na niektóre bodźce, inne nabywane są w trakcie życia osobniczego i są utrwalane w formie warunkowych wzorców zachowania.

Sygnały niosące informacje o zagrożeniu powodują u zwierząt reakcje obronne, mobilizujące je często do ucieczki, unikania, rzadziej do ataku. Wykorzystując pewien zasób wiedzy na temat roli zmysłów i zdolności do zapamiętywania oraz uczenia się poszczególnych gatunków, ochrona roślin stara się wpływać na ich zachowanie w środowisku poprzez różnego rodzaju bodźce. Odczuwane przez zwierzęta przykrości lub przyjemności mogą być kojarzone z sygnałem, który je poprzedza – są efektem kary lub nagrody następującej po nadejściu sygnału. Sygnały analizowane są w mózgu zwierząt i szybko przez zwierzęta zapamiętywane. Powtarzane, często wywołują rutynowe, automatyczne decyzje. Pamięć nabyta u zwierząt jest zjawiskiem dynamicznym i można ją zdefiniować jako zdolność do przechowywania w mózgu informacji o środowisku zewnętrznym i wewnętrznym organizmu w formie śladów pamięciowych – tak zwanych engramów. Engram jest utrwaloną na skutek pobudzenia plastyczną zmianą w układzie nerwowym i odczytywany jest jako wzór doznanego doświadczenia. Ścisłe związane z procesem zapamiętywania jest uczenie się zwierząt. Jest to proces tworzenia nowych engramów oraz przekształcanie już istniejących. Wykorzystanie zasobów pamięci następuje u zwierząt w procesach przywoływania – czyli przypominania. Obecnie uważa się, że ślady pamięciowe są zaszyfrowane w postaci zmian w połączeniach synaptycznych sieci neuronalnych mózgu.

Tabela 6. Reakcje zwierząt na działanie bodźców wykorzystywanych w repelentach i atraktantach

Bodziec	Percepcja	Reakcja zwierzęcia
Bólowy	ból	ucieczka
Lękowy	lęk	unikanie, ucieczka

Apetytywny	apetyt	dążenie do osiągnięcia
------------	--------	------------------------

Na rynku polskim dostępne są dwa zarejestrowane repelenty do ochrony upraw rolniczych i leśnych oraz kilka past do zabezpieczania młodych drzewek przed zgryzaniem (MRiRW). Nadmienić należy, że w ostatnim czasie, na rynku pojawiły się rozmaite środki odstrasżające, nie zarejestrowane jako środki ochrony roślin. Zawierają one różne kompozycje zapachowe a ich skuteczność w świetle badań Instytutu Ochrony Roślin – PIB jest niewielka.

W ochronie małych plantacji wierzby przed zgryzaniem przez jeleniowate zaleca się stosowanie technicznych środków ochrony, takich jak ogrodzenia i pastuchy elektryczne, które zapobiegają wchodzeniu zwierząt na uprawę. Jesienią można też zastosować preparaty chemiczne – repelenty oparte na piasku kwarcowym i żywicach, które poprzez działanie smakowo-zapachowe zabezpieczają pędy przed zgryzaniem przez okres około 6 miesięcy. Ponadto badania nad preferencjami żerowymi jeleniowatych w odniesieniu do odmian wierzby mogą być przydatne w ich doborze na terenach silnie zagrożonych zgryzaniem przez jeleniowate.

8. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

8.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin

Uodparnianie się chwastów na herbicydy to naturalne zjawisko dziedziczenia zdolności przeżywania zabiegów herbicydowych. Oznacza to, że w populacji chwastów stopniowo wzrasta liczba osobników odpornych, które początkowo nie wykazywały cech odporności na środki ochrony roślin. O pełnej odporności na herbicydy mówi się wówczas, gdy chwast jest zdolny do przetrwania i wydania plennych nasion. We współczesnym rolnictwie odporność chwastów na herbicydy jest przyczyną strat zarówno ekonomicznych, jak i ekologicznych. **Uodparnianie się chwastów na herbicydy, to nie to samo, co naturalna odporność niektórych gatunków na określony herbicyd. Zjawisko uodparniania się chwastów zawsze dotyczy herbicydu, który powinien zwalczyć dany gatunek chwastu.** W praktyce rolniczej jednym z przejawów odporności jest spadek skuteczności zabiegów herbicydowych. Jednak nie każdy przypadek braku skuteczności zabiegu chemicznego to odporność, bowiem nieskuteczność działania herbicydu może bowiem 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 (gatunków).
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 płodozmián, w którym zboża stanowią maks. 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 obcopenne 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*), stokłosa (*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 acetylomocznikowej (ALS). Środki te charakteryzują się dużą aktywnością biologiczną w bardzo małych dawkach i ze względu na stosunkowo niski koszt są przez wielu rolników chętnie stosowane. Decydując się na chemiczną metodę odchwaszczania, należy stosować herbicydy z różnych grup chemicznych i o różnym mechanizmie działania (nie wystarczy stosowanie innej substancji z tej samej grupy chemicznej). Przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel

klasyfikujących herbicydy według mechanizmu działania np. opracowanych wg HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Wprowadzenie rotacji herbicydów (o różnym mechanizmie działania) nie tylko znacznie opóźni pojawianie się odporności na polu, ale także pomoże w doborze odpowiedniego herbicydu do zwalczania osobników, które odporność na herbicydy już nabyły. Każdy producent roślinny i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg 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 rzadsza jest odporność wielokrotna dotycząca dwóch lub więcej substancji o różnych mechanizmach działania. Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania herbicydów znacznie przyczynia się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększa prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 7. przygotowana na podstawie opracowania HRAC, została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w Polsce (stan na kwiecień 2017 r.). Po szczególne mechanizmy działania herbicydów oraz ewentualne podklasy (np. C1, C2, C3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 7. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory karboksylazy acetylo CoA (graminicydy)	A	arylofenoksypropionaty (FOPs)	chizolafop-P fenoksaprop-P fluazyfop-P propachizafop haloksyfop-R diklofop metylu
		cykloheksanediony (DIMs)	cykloksydym kletodym tralkoksydym setoksydym
		fenylopirazoliny	pinoksaden

Tabela 7. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory syntazy acetylmleczanowej ALS	B	sulfonylomoczniki	amidosulfuron chlorosulfuron flazasulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron metyl foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron
		imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam
		sulfonyloaminokarbonylo-triazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat

Tabela 7. Cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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	izoksafutol
	F3	izoksazolidinony	chlomazon
Inhibitory enzymu syntazy EPSP	G	aminofosfoniany	glifosat
Inhibitory enzymu syntetazy glutaminowej	H	aminofosfoniany	glufosynat amonowy
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	dwunitroaniliny	pendimetalina
		benzamidy	propyzamid
	K2	karbaminiany	chlorprofam
	K3	chloroacetamidy	acetochlor dimetachlor matazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N		prosulfokarb etofumesat

Tabela 7. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Syntetyczne auksyny	O	kwasy fenoksykarboksylowe, pochodne kwasu pyridynokarboksylowego, pochodne kwasu benzoowego	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z		chinochlamina siarczan żelaza

8.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

Odporność grzybów na fungicydy ma miejsce wtedy, gdy dotychczas stosowana substancja czynna (s.cz.) 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 s.cz. prowadzi do niedostatecznego zwalczania grzyba chorobotwórczego, może oznaczać, że mamy do czynienia ze zjawiskiem uodparniania. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim s.cz. fungicydów, działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie jest uwarunkowane tylko jednym genem. Wówczas zmiana w obrębie tego genu jest bardzo łatwa i może doprowadzić do powstania formy odpornej grzyba na s.cz. Takim selektywnym mechanizmem działania charakteryzują się, powszechnie stosowane na plantacjach substancje z grup

chemicznych, jak np. benzimidazole, imidazole, czy o średniej selektywności, np. triazole czy strobiluryny.

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

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

Substancje nieselektywnie 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, istnieje realne niebezpieczeństwo powstania odporności. Jest to bardzo prawdopodobne, zwłaszcza gdy zarejestrowana do stosowania będzie początkowo jedna lub dwie s.c.z. 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 s.c.z. fungicydów w uprawach różnych roślin.

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

- stosowanie jeden raz w sezonie wegetacyjnym określonej s.c.z., zwłaszcza selektywnej;

- przemienne stosowanie fungicydów z s.cz. należącymi do różnych grup chemicznych, najlepiej wieloskładnikowych, wśród których są s.cz. 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, po zauważeniu obniżonej skuteczności działania w walce z danym grzybem, należy zrezygnować ze stosowania takiego środka z tą konkretną s.cz., aż do momentu, gdy stwierdzi się, że patogen ponownie jest wrażliwy na określoną s.cz.;
- 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 znacznie przyczyni się do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych. Tabela 8. przygotowana na podstawie opracowania FRAC, została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie s.cz. 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 8. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Zakłócenie syntezy kwasów nukleinowych	A1	fenyloamidy	benalaksyl, benalaksyl-M, metalaksyl, metalaksyl-M
	A2	pirymidyny	bupirymat
	A3	izoksazole	hymeksazol
Blokowanie procesów podziału komórek	B1	benzimidazole	tiofanat metylowy
	B3	benzamidy	zoksamid
	B4	pochodne fenylomocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid

Tabela 8. Cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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	fluaзыnam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	pochodne pirymidynoamin	ametoktradyna
Hamowanie biosyntezy aminokwasów i białek	D1	anilinopirymidyny	cyprodynil, mepanipirym, pirimetanil
Zakłócanie przekazywania sygnałów osmotycznych	E1	fenoksychinony	chinoksyfen
	E1	chinazoliny	proquinazid
	E2	fenylopirole	fludioksonil
	E3	dikarboksymidy	iprodion
Zakłócanie syntezy lipidów	F4	karbaminiany	propamokarb

Tabela 8. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	G1	imidazole	imazalil, prochloraz
	G1	triazole	bromukonazol, cyprokonazol, difenokonazol, epoksykonazol, flutriafol, fenbukonazol, ipkonazol, metkonazol, myklobutanil, penkonazol, propikonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol, triadimenol, tritikonazol
	G2	ketoaminy	spiroksamina
	G2	morfoliny	fenpropidyna, fenpropimorf
	G3	hydroksyanilidy	fenheksamid
	G3	pirazole	fenpyrazamina
Blokowanie syntezy celulozy w ścianach komórkowych	H5	amidy	mandipropamid
	H5	karbaminiany	bentiowalikarb, welifanalat
	H5	pochodne kwasu cynamonowego	dimetomorf
Mechanizm działania nie jest w pełni poznany	U	iminoacetylomoczniki	cymoksanil
	U	fosfoniany	fosetyl-Al, fosfonian dipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonu difenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna

Tabela 8. Cd.

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
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

8.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Zjawisko odporności agrofagów na środki ochrony roślin stale przybiera na sile i ze względu na ciągły nacisk selekcyjny będzie towarzyszyło rolnictwu i ochronie roślin w przyszłości. Opiera się ono na wykształconych ewolucyjnie mechanizmach, które są regulowane genetycznie i dotyczą wszystkich organizmów żywych. W ochronie roślin mówimy o odporności wówczas, kiedy dana substancja czynna, początkowo skuteczna w zwalczaniu konkretnego gatunku agrofaga z upływem czasu traci tę zdolność, co przejawia się narastaniem przeżywalności coraz większej ilości osobników w kolejnych pokoleniach zwalczanej populacji. Im większe zróżnicowanie genetyczne zwalczanego gatunku, tym większe prawdopodobieństwo szybkiego wyselekcjonowania się osobników odpornych. Duże znaczenie mają również inne cechy gatunkowe, takie jak płodność, ilość pokoleń w sezonie wegetacyjnym, zdolność do migracji i rozprzestrzeniania się w środowisku, przeżywalność i inne. Szybkość wykształcania się odporności zależy również od właściwości fizykochemicznych substancji czynnych oraz mechanizmu lub mechanizmów ich działania (Malinowski 2003).

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

1. Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, stosować metody agronomiczne i biologiczne, ograniczając użycie środków chemicznych do bezwzględnego minimum.
2. Podstawowym działaniem zapobiegającym zjawisku odporności jest stały monitoring poziomu wrażliwości zwalczanych organizmów na stosowane do ich zwalczania substancje chemiczne.
3. Należy zminimalizować presję selekcyjną środkami chemicznymi 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 zgodne 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 WIERZBY KRZEWIASTEJ I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

Wieloletnie plantacje wierzby stwarzają dobre warunki do rozwoju entomofauny nie tylko szkodliwej, ale również pożytecznej. W uprawach wierzby podobnie jak w zadrzewieniach śródpolnych żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które odgrywają poważną rolę w ograniczaniu liczby szkodników. Bardzo duże znaczenie ma różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach, ponieważ wzrost liczebności organizmów pożytecznych powoduje samoistny spadek liczebności organizmów potencjalnie szkodliwych dla roślin. Z gospodarczego punktu widzenia bardzo istotny jest znaczny udział gatunków drapieżnych i pasożytniczych w entomofaunie agrocenoz. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem pożytecznej entomofauny. Należy je uznać za istotny element naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Bardzo dużą rolę odgrywają drapieżne chrząszcze z rodziny **biegaczowatych (Carabidae)** (fot. 63 i 64). Chrząszczom biegaczowatym przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego owadów roślinożernych, gatunki te zostały objęte ochroną prawną. Rodzina biegaczowatych należy w Polsce do jednej z większych grup taksonomicznych owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Osobniki dorosłe oraz larwy kilku rodzajów biegaczowatych np. *Abax*, *Pterostichus*, *Cychrus* są typowymi zoofagami, a więc znajdują się na wysokim szczeblu drabiny troficznej w różnych ekosystemach. Wśród drapieżnych biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postacie dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy w tym również organizmy drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Biegaczowate żywią się również mszycami, mrówkami, gąsienicami motyli, nieruchomymi poczwarkami owadów oraz dżdżownicami. 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. Traktowanie plantacji wierzby osadami ściekowymi lub innymi nawozami organicz-



Fot. 63. Biegacz złocisty (fot. K. Nijak)



Fot. 64. Biegacz skórzasty (fot. K. Nijak)

nymi powoduje zwiększenie różnorodności gatunkowej biegaczy w porównaniu z plantacjami nie nawożonymi. Występowanie fauny naziemnej uzależnione jest od warunków siedliskowych takich jak: wilgotność gleby, głębokość ściółki oraz różnorodności środowiska. Biegacze mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. Plantacje wierzby krzewiastej zasiedlają zarówno polowe, jak i typowo leśne gatunki Carabidae. Największym chrząszczem biegaczowatym w Polsce jest biegacz skórzasty (*Carabus coriaceus* L.), a innym dużym i występującym w wierzbie krzewiastej jest biegacz złocisty (*C. auratus* L.). Ponadto dominującymi gatunkami biegaczy w różnych rejonach Polski są *Pterostichus melanarius* Ill. i *Harpalus rufipes* De Geer. Zalicza się do nich również chrząszcza *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) (Kosewska i wsp. 2003) oraz *Calathus micropterus* (Duft) i *Carabus hortensis* L.

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach są **biedronkowate** (Coccinellidae). Na świecie opisanych jest 3500 biedronek. Pożyteczne chrząszcze z rodziny biedronkowatych są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Biedronki są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Niektóre gatunki są monofagami i żywią się pospolitymi szkodnikami wierzby. Larwy i imagines biedronek zjadają jaja oraz larwy wprzeczeki zmiennobarwnej pozostawiając osobniki dorosłe i poczwarki. Im lepsze jakościowo liście spożywały wprzeczeki zmiennobarwne, tym większe rozmiary osiągały biedronki. Przypuszcza się, że substancje obronne wytwarzane przez wierzby i spożywane przez owady roślinożerne mogą korzystnie wpływać na rozwój zoofagów. W konsekwencji wierzba pośrednio pozytywnie oddziałuje na wzrost i rozwój drapieżnych biedronek. Na dynamikę liczebności biedronkowatych wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach lub nieco później. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak np. inni drapieżcy z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej biedronkowatych. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów.

Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.) (fot. 65), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.) (fot. 66), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.), i skulik przedziorkowiec (*Stethorus punctillum* Ws.).

Biedronka dwukropka zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzby w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk. Biedronka ta należy do gatunków występujących na drzewach i krzewach, dlatego najbardziej odpowiednim dla niej pokarmem są mszyce żerujące na tych roślinach (fot. 67).



Fot. 65. Biedronka siedmiokropka (fot. K. Nijak)



Fot. 66. Biedronka dwukropka (fot. P. Strażyński)



Fot. 67. Larwa biedronki siedmiokropki (fot. K. Nijak)

Również chrząszcze z rodziny **kusakowatych** (Staphylinidae) (fot. 68 i 69) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. Polują zarówno formy larwalne, jak i imagines na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: **rydzenica** (*Aleochoa bilineata* Gall.), **skorogonek** (*Tachyporus hypnorum* F.) oraz **nawozak** (*Philothus fuscipes* Mann.).



Fot. 68. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. P. Strażyński)



Fot. 69. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

Występują one w różnych środowiskach, a różnorodność gatunkowa kusaków jest znacznie większa na obrzeżach lasów i zadrzewień, niż w ich centralnej części. Wiosną możemy zaobserwować znaczny wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy i poczwarki oraz drobne gatunki stawonogów niezabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona przez nie jest gleba i ściółka leśna, tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie (Koehler 1968).

Owadami drapieżnymi i pasożytującymi są niektóre **muchówki (Diptera)**, głównie należące do rodzin: **bzygowate (Syrphidae)** (fot. 70 i 71) oraz **rączyco-wate (Tachinidae)**. Do pospolicie występujących w zadrzewieniach mszycożer-nych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Zaznaczyć należy, że larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc.

W związku z tym bzygowate występujące w zadrzewieniach stanowią jako jednostka systematyczna, potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agroce-noz (Grabarkiewicz i Trojanowski 1998). Bzygowate mają kilkanaście pokoleń



Fot. 70. Larwa muchówki z rodziny bzygowatych (fot. P. Strażyński)



Fot. 71. Muchówka z rodziny bzygowatych (fot. P. Strażyński)

w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżników. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc. Wynika to z faktu, że larwy bzygowatych są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice składają jaja w sąsiedztwie koloni mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy bzygowatych tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego 1 osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc. Niektóre bzygowate biorą również udział w ograniczaniu populacji szkodliwych chrząszczy z rodziny stonkowatych np. rytnic (*Melasma* spp.) występujących na wiklinie. Muchówka *P. nigratarsis* składa pojedyncze jaja w skupiska jaj jątrewki wiklinówki. Wcześniej wylęgające się larwy zjadają jaja, a także wylinki chrząszczy. Niektóre gatunki bzygowatych nie reagują negatywnie na obecność substancji obronnych chrząszczy syntetyzowanych na bazie salicylanów, a sensory znajdujące się na końcu czułków larw *Episyrphus balteatus* pozwalają zlokalizować ofiarę już z odległości 20 mm. Gatunek ten odnajduje informacje o ofiarach



Fot. 72. Blyszczek elegancik z rodziny tasznikowatych (fot. K. Nijak)

w wyniku dotykania podłoża czułkami. Wskazuje to na daleko posunięte przystosowanie ewolucyjne.

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżniki reprezentujące rodziny: **tasznikowate (Miridae)** (fot. 72), **dziubałkowate (Anthocoridae)** oraz **tarczówkowate (Pentatomidae)**. Boczek (1992) i Niemczyk (2000) podkreślają rolę dziubałka gajowego (*Anthocoris nemorum* L.) w ograniczaniu liczebności mszyc i przedziorków, jaj owocówek, larw przyszczarków oraz młodych gąsienic zwójek i namiotników. Zarówno larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów. Dziubałek gajowy występuje na wierzbach krzewiastych dość powszechnie. Należy zaliczyć tego owada do ważniejszych wrogów naturalnych szarynki wiklinówki.

Pluskwiaki należące do gatunków *A. nemorum* i *C. fulvomaculatus* uważane są za owady regulujące występowanie jątrewki pospolitej a drapieżne Heteroptera mogą skutecznie ograniczać liczebność rynnicy. Dziubałek *A. nemorum* wykazuje się większą mobilnością niż prowadzące osiadły tryb życia *O. marginalia* i *C. fulvomaculatus*, które po znalezieniu jaj, którymi się żywią – pozostają na miejscu do czasu aż zlikwidują całe ich skupisko (Dalin i wsp. 2003). Natomiast *A. nemorum* wędruje przez cały czas, żywiąc się wybiórczo napotkanymi jajami. W związku z tym, wymienieni autorzy wyróżniają dwie strategie zachowania drapieżnych Heteroptera: „biegnij i jedź” – stosowaną przez dziubałkowate oraz „znajdź i pozostań” – dla tasznikowatych. Strategia „biegnij i jedź” jest bardziej skuteczna w zapobieganiu gradacji jątrewki pospolitej na wierzbach krzewiastych od metody „znajdź i pozostań”. Ma to szczególne znaczenie na młodych plantacjach wierzb zakładanych po wieloletnich monokulturach. Dziubałkowate jako organizmy bardzo ruchliwe szybko zasiedlają te miejsca i mogą stawiać skuteczny opór szkodnikom roślin. Natomiast tasznikowate jako organizmy mało ruchliwe, wyższą skuteczność wykazują na plantacjach wieloletnich. Mobilne gatunki owadów są skuteczne w znajdowaniu zdobyczy, której populacja jest rozproszona, natomiast tasznikowate wykazują dużą aktywność w stosunku do populacji zagęszczonych. Czynnikiem silnie wpływającym na ilość niszczonej jaj agrofagów, przez drapieżne pluskwiaki różnoskrzydłe, jest powierzchnia liścia. Owady bardziej mobilne, na liściach wyposażonych w gęste włoski, mają utrudnione poruszanie się, a co za tym idzie wykazują niższą efektywność w zwalczaniu szkodników na tego typu wierzbach.

Znaczenie w ograniczaniu liczebności fitofagów mają również **sieciarki (Neuroptera)** z często dominującym **złotookiem pospolitym** (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 73). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.



Fot. 73. Złotook pospolity – owad dorosły (fot. P. Strażyński)

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również **blonkówki (Hymenoptera)**. Są to głównie drapieżne **mrówkowate (Formicidae)**, a także pasożytnicze **gąsienicznikowate (Ichneumonidae)** (fot. 74). Mrówki żywią się przedstawicielami 150 gatunków bezkręgowców z 58 rodzin spośród 21 rzędów. Wśród nich przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy rośliniarek. Owady te należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane (Mazur 2001). Według wspomnianego autora, organizmy te oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności innych owadów, biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy).

Także wśród muchówek znajdziemy naszych sprzymierzeńców w walce ze szkodnikami wierzby. Należą do nich przedstawiciele rodziny **łowikowatych (Asilidae)** (fot. 75). Są to zwykle silnie zbudowane i często bardzo duże muchówki. Charakterystyczną cechą tej rodziny jest żywienie się chwytanymi w trakcie lotu owadami. W Środkowej Europie występuje około 100 gatunków łowikowatych.

Wierzby, według Jabłońskiego (1994) mają duże znaczenie jako rośliny pokarmowe dla owadów pszczołowatych z pszczołą miodną (*Apis mellifera* L.) na czele. Szczególnie ważne są gatunki kwitnące wczesną wiosną. Plantacje wierzby są odwiedzane przez pszczoły już w połowie kwietnia. Uprawy takie stanowią alternatywę dla ubogiego krajobrazu rolniczego, pod względem zasobności



Fot. 74. Dorosły przedstawiciel gąsienicznikowatych (fot. P. Strażyński)



Fot. 75. Przedstawiciel łowikowatych (fot. P. Strażyński)

w pyłek i nektar, które są wykorzystywane przez owady pszczołowe. Wczesność zakwitania niektórych wierzb ma również znaczenie dla trzmieli (*Bombus* Lathr.) oraz dzikich pszczół samotnie żyjących. Pojawiają się one wczesną wiosną wraz z zakwitaniem wierzb. Na duże znaczenie zadrzewień w rozprzestrzenianiu się trzmieli wskazuje również Pawlikowski (1993). Zdaniem tego autora roślinność drzewiasta na wielkoobszarowych terenach uprawnych rekompensuje negatywne oddziaływanie tych obszarów na zespół trzmieli. Jest to szczególnie istotne w obliczu znacznego spadku liczebności tych owadów w ostatnich dziesięcioleciach.

Badania nad naturalnymi wrogami szkodników roślin zmierzają w kierunku ich ochrony w środowisku przyrodniczym poprzez tzw. protekcję entomofagów, jak również mają na celu poszukiwanie naturalnych rezerwuarów ich występowania wraz z żywicielami alternatywnymi. W zadrzewieniach istnieje możliwość przetrwania ponad 100 gatunków będących wrogami naturalnymi fitofagów. Mogą one zredukować o około 80% populację szkodników w pobliżu nasadzeń wierzby krzewiastej, w stosunku do uprawy oddalonej o 100 m od nich.

Z pewnością do pożytecznych owadów zaliczyć należy **skorki (Dermaptera)**, nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady. Zjadają także jaja owadów, np. piętnówki kapustnicy i innych motyli sówkowatych.

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

Lasy, zadrzewienia śródpolne i prawdopodobnie wieloletnie plantacje wierzby mogą stanowić dla entomofagów „bazę wypadową” na otaczające, pozbawione bioróżnorodności pola uprawne. Jest to niewątpliwie naturalny czynnik ograniczający gradacje szkodników roślin uprawnych. Wyżej omówione gatunki owadów są polifagami, które w monokulturowej i intensywnej uprawie roślin są sprzymierzeńcami rolnika.

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 ś.o.r., które są bezpieczne lub mniej toksyczne dla organizmów pożytecznych (Pruszyński i wsp. 2012).

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

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, które zostały omówione 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. Wśród nich jest znaczna grupa roślin, dla których obecność zapylaczy jest bardzo korzystna.

Jednym z najpoważniejszych 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 zatrucia entomofauny pożytecznej (Mrówczyński 2013). Nawet najlepsze zabiegi agrotechniczne i ochrona chemiczna nie przyniosą oczekiwanych rezultatów, jeżeli rośliny będą odizolowane i niedostępne dla owadów zapylających. Istotną rolę w zapylaniu upraw odgrywają także inne pszczołowate – spośród dziko żyjących 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.

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

Zbiór roślin wierzby w celu pozyskania biomasy prowadzi się po zakończeniu wegetacji, gdy z pędów opadną liście. W warunkach klimatycznych Polski zbiór można rozpocząć po 15 listopada i prowadzić do 15 marca, czyli do momentu rozpoczęcia przez rośliny wegetacji. Należy jednak pamiętać, że przy niekorzystnym przebiegu pogody (zbyt duża pokrywa śnieżna, niezamarznięta gleba) okres ten może być znacznie krótszy. Wynika to głównie z braku możliwości wjazdu ciężkich maszyn na pole.

Zbiór wierzby można przeprowadzić stosując różne techniki i maszyny. Podkreślić jednak należy, że uzasadnienie ekonomiczne ma jedynie zbiór w pełni zmechanizowany, natomiast wykonywany ręcznie jest nieefektywny. Ostatecznie sposób zbioru uzależniony jest od rotacji, dostępności maszyn oraz od przeznaczenia drewna. Bardzo ważną czynnością decydującą o dalszej żywotności plantacji jest prawidłowe odcięcie pędów od karpy. Pędy powinny być ścinane gładko na wysokości 5–10 cm nad powierzchnią gleby.

Biomasa wierzby może być zbierana jednofazowo w postaci zrębków lub dwufazowo w postaci całych pędów, które w dalszej kolejności są wywożone z pola i zrębkowane.

Jednoetapowy zbiór wierzby może być prowadzony przy użyciu zmodyfikowanych sieczkarni do zbioru kukurydzy. Maszyny te podczas jednego przejazdu ścinają pędy i rozdrabniają je na zrębki, które następnie transportowane są na miejsce składowania za pomocą przyczep objętościowych. Wadą zbioru jednoetapowego są bardzo wysokie koszty zakupu maszyn oraz problemy związane ze składowaniem zebranych wilgotnych zrębków, które w pryzmach ulegają zagrzeniu i rozkładowi a nawet samozapłonowi. Dodatkowo utrudnione jest systematyczne dostarczanie biomasy do odbiorcy finalnego.

Zbiór dwufazowy obejmuje dwa niezależne etapy, w których wykorzystuje się różne maszyny. W pierwszej kolejności rośliny są ścinane i w różnej formie (bele, wiązki) wywożone z pola (fot. 76). Następnie po częściowym przeschnięciu są zrębkowane i dostarczane do odbiorcy. Umożliwia to bardziej systematyczną dostawę biomasy o mniejszej wilgotności, która jest bardziej przydatna do wykorzystania w energetyce.

W przypadku systemu Eko-Salix, gdzie rośliny są zbierane co 5–6 lat, a ich średnica przekracza 10 cm do zbioru należy wykorzystywać maszyny stosowane w leśnictwie.

Podczas zbioru wierzby należy pamiętać, że stosowanie ciężkich maszyn stwarza ryzyko znacznego ugniatania gleby, które powoduje zachwianie jej właściwości



Fot. 76. Zbiór dwuetapowy wierzby za pomocą prasy ścinająco-zwijającej BIOBALER WB-55 (fot. M. Matyka)

fizycznych. Należy temu przeciwdziałać stosując gąsiennicowe układy jezdne, opony niskociśnieniowe lub podwójne/potrójne osie w układach jezdnych.

Wilgotność drewna wierzby zbieranej w rotacji 3–4-letniej wynosi około 46–50% i zwiększa się wraz ze skracaniem cyklu zbioru do około 55% w rotacji corocznej. Zrębki wilgotne mogą być dostarczane bezpośrednio do odbiorcy i wykorzystywane jako paliwo stałe. Natomiast składowanie zrębków świeżo zebranych o wysokiej wilgotności wymaga odpowiedniego postępowania. Jeżeli zrębki mają być składowane przez dłuższy czas powinny być magazynowane pod wiatą najlepiej z zastosowaniem wymuszonego obiegu powietrza wewnątrz przyzmy.

W celu wykorzystania biomasy z pędów wierzby zazwyczaj zebrany plon podlega odpowiedniemu przygotowaniu. Po wstępnym przesuszeniu wierzbowe pręty są cięte na zrębki o długości 3–5 cm. Wierzbową biomasa przetwarzana jest również na brykiety, pellet lub pellet karbonizowany. Zawartość wody w tych produktach jest obniżona do ok. 10%.

Brykietowanie – jest to proces polegający na wytworzeniu produktu w procesie ciśnieniowego zagęszczenia odpadów przemysłu tartaczno, stolarskiego lub rolniczego. Przerób polega na „przepychaniu” materiału przez stożkową tuleję poruszającą się w jej wnętrzu tłok dodaje kolejne porcje materiału. Gotowy brykiet składa się więc z połączonych dość luźno plastrów o długości około 20

mm. Brykiet jest produktem całkowicie ekologicznym, nie zawiera żadnych dodatków chemicznych, przebieg procesu nie wymaga stosowania lepiszczy. Brykiet ma kształt walca lub prostopadłościanu o podstawie ośmiokąta, z otworem lub bez w środku, o średnicy od 45 mm do 80 mm i długości od 20 mm do 200 mm.

Pelletyzacja (granulowanie) – jest to proces polegający na prasowaniu pod wysokim ciśnieniem rozdrobnionych części biomasy (sieczki, zrębków). Granulat produkowany jest w laskach o średnicy od 6 do 25 mm i długości od 20 do 40 mm. Paliwo to charakteryzuje się niską zawartością wilgoci (8–12%), popiołów (0,5%) oraz zwiększoną wartością energetyczną (wartość opałowa 17–19 MJ/kg). Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne środowisku naturalnemu, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji.

Karbonizacja – proces karbonizacji termiczno-chemicznej przeprowadzany jest w warunkach beztlenowych w temp. około 200–300°C. Produktem tego procesu jest substancja stała zwana karbonizatem. Poprzez karbonizację biomasa upodabnia się swoimi właściwościami do węgla. Niestety ograniczeniem jest fakt, że nie zwiększa ona gęstości energetycznej paliwa. Dlatego wskazane jest łączenie karbonizacji z pelletyzacją. Pellety karbonizowane mają wysoką gęstość energetyczną i nie wymagają specjalnych warunków składowania. Mankamentem tego rodzaju obróbki biomasy są wysokie koszty produkcji, dlatego nie jest jeszcze stosowana na szeroką skalę.

Uważa się, że szacunkowo można uzyskać plon suchej biomasy z jednego hektara rocznie na poziomie 10–22 ton. Wartość energetyczna wierzby waha się w granicach 6,2÷19,6 GJ/Mg, w zależności od wilgotności. Wartość opałowa suchej biomasy stanowi około 0,7 wartości opałowej węgla kamiennego

12. 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.

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

Środki ochrony roślin należy przechowywać w osobnych pomieszczeniach lub specjalnych magazynach, wyraźnie oznakowanych (napis: „Środki ochrony roślin”) oraz zamykanych i zabezpieczonych przed dostępem osób nieupoważnionych, dzieci oraz zwierząt. W wyjątkowych przypadkach można przechowywać środki w zamykanej oddzielnej szafie lub skrzyni, jeżeli proces przechowywania jest sporadyczny lub ilości tych środków są niewielkie. Magazynowane środki ochrony roślin powinny być przechowywane w oryginalnych, szczelnie zamkniętych, opatrzonych czytelną etykietą 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 zamontowane na 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, picie alkoholu, 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 należyłą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

12.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin

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

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

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

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

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

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 np. niektórych herbicydów.

Regulacje parametrów roboczych opryskiwacza należy wykonać zawsze, gdy dokonuje się zmiany rodzaju środka chemicznego (np. z herbicydu na fungicyd), dawki cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów roboczych (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Ponadto procedurę regulacji opryskiwacza powinno się wykonać na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczonej), 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 rodzaju. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze ten sam numer i kolor, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy użytkowej na zakładaną jednostkę powierzchni.

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 22 maja 2013 r., poz. 625).**

W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Po odmierzaniu 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 ś.o.r. Do zbiornika opryskiwacza do połowy napełnionego wodą przy włączonym mieszadle wsypuje się odważoną porcję nawozu (np. mocznik, siarczan magnezu). Podczas tworzenia mieszaniny zbiornikowej należy przestrzegać zasady, zgodnie z którą najpierw przygotowuje się ciecz z nawozem mikroelementowym i ś.o.r. o formulacjach WG i WP (tzw. proszków). W następnej kolejności dodaje się preparaty mające w swoim składzie cząstki stałe, czyli posiadające formulację SC, CS i SE. Natomiast na samym końcu dodaje się roztwory, czyli środki, których formuła oznaczona jest jako: SL, OD, EW, EC, następnie nawozy mikroelementowe płynne, regulatory wzrostu i biostymulatory.

Ewentualne odstępstwa w technice przygotowywania cieczy roboczej do zabiegów łączonych, podawane są w etykietach-instrukcjach stosowania poszczególnych środków ochrony roślin. Sporządzanie cieczy roboczej z dwóch lub kilku środków zawsze powinno odbywać się bardzo powoli przy włączonym mieszadle opryskiwacza. Do zabiegów nie należy używać wody z nieznanego źródła (zanieczyszczonej fizycznie lub chemicznie) o niskiej temperaturze (bardzo zimnej poniżej 12°C), bardzo kwaśnej (optymalne pH to 5,5–6,5) oraz wody zbyt twardej (suma kationów wapnia, magnezu, sodu i żelaza, powyżej 200 mg/l).

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 jednostkę powierzchni w zależności od rodzaju zabiegów ochrony (zwalczanie chorób, szkodników i chwastów), a także warunków agro-

technicznych i pogodowych na plantacji. Dawka cieczy powinna uwzględniać: zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typ posiadanego opryskiwacza i urządzeń rozpylających.

Przy stosowaniu tradycyjnej techniki opryskiwania zwiększenie zużycia ilości cieczy użytkowej na hektar, można osiągnąć 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 ś.o.r. 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 i 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 kropel, co z kolei może prowadzić do wzrostu znoszenia i odparowania cieczy z kropel lub nierównomiernego rozłożenia środka na powierzchni rośliny. 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 dogłębowych zaleca się wyższe dawki cieczy użytkowej, które mogą zawierać się w przedziale 300–350 l/ha.

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) (Czaczyk 2012). W zależności od aktualnych potrzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na jednostkę powierzchni. 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 wg. kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 77–82).

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. 9). 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 wpływu cieczy, które jest wyrażone zunifikowanym kolorem i kodem cyfrowym (np. zielony – 015, żółty – 02, niebieski – 03 itd.).

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

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych lub uniwersalnych** o podwyższonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnienia roboczego).

Rozpylacze standardowe można stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników, jak i chwastów. Wytwarzają one dużo drobnych kropeł

podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych (mały wiatr, wilgotność powyżej 50%, temperatura poniżej 22–25°C). Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych. Zalecane ciśnienia robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych wynosi od 2 do 4 barów (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa).

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

Tabela 9. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropel (kategoria kroplistości), w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (Klasa wielkości kropel uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

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

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

Rozpylacz 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. rozpylacz przeciwnoszeniowe i eżektorowe (Hołownicki i wsp. 2012).

Rozpylacz **przeciwnoszeniowe** 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. Rozpylacz antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów. Nieco gorsze efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem środków o działaniu kontaktowym, dlatego też, jeśli nie ma takiej potrzeby, to zabiegi z tą grupą preparatów lepiej wykonać przy użyciu rozpylaczy uniwersalnych (standardowych).

Rozpylacz 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%. Rozpylacz eżektorowe wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan docierając do głęboko ukrytych części roślin.

W pierwszych konstrukcjach rozpylaczy eżektorowych uzyskiwano optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) dla ciśnień roboczych w granicach od 5 do 8 barów. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadowalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskuje się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 barów. 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. 82). Modele te produkowane są w wersji z symetrycznymi (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60°) i asymetrycznymi wachlarzami. W trakcie przejazdu rośliny opryskiwane są dwoma strumieniami cieczy. Jeden strumień skierowany jest w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, co ma zapewnić dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych, jak i pionowych powierzchni roślin oraz dobrą penetrację łanu.

Rozpylacz 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 (Dz. U. 2013, poz. 455).

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

Temperatura jak i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy, a co za tym idzie – 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 osiągnąca jest w temperaturze 12–20°C (tab. 10). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów. Najlepiej zabiegi ochronne wykonywać rano lub wieczorem (z uwagi na np. mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie), względnie, gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych – 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 nieprzekraczającej 4 m/s. Niewielki wiatr, o prędkości od 1 do 2 m/s, jest korzystny również ze względu na zawirowania i lepsze przemieszczanie się rozpylanej cieczy w łanie roślin. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i w razie konieczności ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacz o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe, względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacz krańcowe.

Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powietrza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenie preparatu

poza granice opryskiwanej plantacji. Wykonywanie 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 działania środka ochrony roślin, jeśli występuje średnio do 3–6 godz. po zabiegu.

Tabela 10. 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 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.

12.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu

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).

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) usunięcie resztek cieczy użytkowej z opryskiwacza można dokonać przez wypryskanie cieczy użytkowej na polu, lub spuszczenie pozostałej cieczy do specjalnych naczyń lub zbiorników. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę, 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 wewnętrzną aparatury zabiegowej można wykonywać na polu lub plantacji, gdzie wykonany był zabieg lub własnym nieużytkowanym rolniczo terenie, z dala od ujęć wody pitnej i studzienek kanalizacyjnych. Mycia opryskiwacza nie wolno przeprowadzać kilkakrotnie w tym samym miejscu, by nie spowodować skażenia miejscowego gleby.

Procedura płukania zbiornika i instalacji 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 cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i przy mniejszym ciśnieniu roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność taką powtórzyć trzykrotnie) lub jeśli nie jest to możliwe, resztki wykorzystać zgodnie z zaleceniami dotyczącymi zagospodarowania pozostałości płynnych;
- zdemontować wkłady filtrów, oczyścić je i zamontować ponownie na swoje miejsce;
- resztki pozostałej, spuszczonej cieczy z opryskiwacza należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną biodegradację substancji czynnych ś.o.r. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

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

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

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



Fot. 77. 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. 78. 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. 79. Rozpylacz jednostrumieniowy rozmiar 02 (żółty): klasyczny (po lewej) i uderzeniowy (po prawej) różnią się charakterystyką wytworzonych kropli, gdy pracują pod tym samym ciśnieniu cieczy. Dla 0,3 MPa, pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, drugi średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 80. Rozpylacz wyposażony w kryż wstępną (po prawej) wytwarza krople większe i mniej podatne na znoszenie niż rozpylacz klasyczny (po lewej), mimo że ukształtowanie szczeliny wylotowej jest takie same (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 81. 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. 82. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

13. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY WIERZBY

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

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

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

W nowym okresie programowania, w latach 2014–2020 przy udziale Centrum Doradztwa Rolniczego wprowadzone zostają dodatkowe specjalizacje, takie jak:

- doradca z zakresu integrowanej ochrony roślin;
- doradca ekologiczny.

Doradztwo w ramach programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

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

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

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

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

Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin stanowi wykonanie zobowiązań wynikających z postanowień dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71). KPD tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany.

Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w Krajowym Planie Działania, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w artykule 4. mówi wyraźnie: „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5.–15.”, a w artykule 13.: „Państwa członkowskie ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. W szczególności zapewniają one, aby użytkownicy profesjonalni mieli do dyspozycji informacje i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych i podejmowania odpowiednich decyzji, jak również usługi doradcze w zakresie integrowanej ochrony roślin”. Zatem to na państwie polskim ciąży obowiązek stworzenia odpowiednich systemów i zapewnienia rolnikom narzędzi umożliwiających stosowanie integrowanej ochrony roślin, co wiąże się z określonymi nakładami finansowymi.

W Krajowym Planie Działania dużą wagę przykładą się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomagania decyzji w ochronie roślin wskazujące optymalny termin zastosowania środka ochrony roślin, a także rozwój doradztwa w tym zakresie. Upowszechnianiu dobrych praktyk służyć będzie także popularyzacja systemu integrowanej produkcji roślin – dobrowolnego systemu jakości i certyfikacji żywności.

Ograniczanie ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin jest warunkiem rozwoju rolnictwa zrównoważonego oraz przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego. Wdrażanie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin oraz ograniczenie zależności ochrony roślin od preparatów chemicznych zapewni zaspokojenie potrzeb ekonomicznych rolników przy zachowaniu biologicznej różnorodności zasobów środowiska naturalnego obszarów wiejskich. Wprowadzeniu i realizacji założeń integrowanej ochrony roślin towarzyszy wiele działań

i aktów prawnych, których zadaniem jest wspieranie i przyspieszanie tych procesów (Mrówczyński 2013).

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej ochrony roślin

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

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć należą:

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

Uwzględniając priorytety określone w Krajowym Planie Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2017, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie wraz z niektórymi ODR-ami, (kujawsko-pomorskim, lubuskim, pomorskim i wielkopolskim) podjęły działania mające na celu utworzenie systemu wspomagania decyzji w zakresie integrowanej ochrony roślin. W trakcie realizacji jest jedno z kluczowych założeń, a mianowicie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

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

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

Aby wyniki monitoringu przyniosły korzyści, wykonanie obserwacji wymaga zaangażowania wielu przygotowanych do tych obowiązków specjalistów, którzy zabezpieczą prawidłowy zbiór i właściwe przekazanie informacji.

Budowany system umożliwia korzystanie z doradztwa online z wykorzystaniem narzędzi IT uwzględniających najnowsze rozwiązania w zarządzaniu gospodarstwem rolnym, w tym również wsparcie rozwoju gospodarki rolnej w rozumieniu Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego (EPI).

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

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

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

W latach 2012–2013 opracowano publikację dotyczącą integrowanej ochrony roślin, która jest dostępna na stronie www.cdr.gov.pl. System doradztwa rolniczego powinien budować program wsparcia intelektualnego polskich producentów rolnych.

Platforma Sygnalizacji Agrofagów

Ostrzegać, edukować, informować, radzić – to funkcje, jakie spełnia internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych choro-

bach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platformę opracowali pracownicy Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Nawożenia, Uprawy i Gleboznawstwa w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego. Jest to narzędzie, które pomaga rolnikom w codziennej pracy.

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

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

Wykorzystano informacje:

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 obliuguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Stosujący środki ochrony roślin może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny aplikacji. Po wykonaniu zabiegu w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności (tab. 11).

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

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników stosowania zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy weryfikacyjnej (tab. 12).

Tabela 11. 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], [l/t], [kg/ha], [kg/m ³], [kg/t] lub stężenie [%]		faza rozwojowa uprawianej rośliny	warunki pogodowe podczas zabiegu	skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Źródło: Bereś i wsp. (2013)

Tabela 12. Ogólna lista weryfikacyjna spełnienia wymagań integrowanej ochrony roślin

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

Źródło: PIORiN

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

Obligatoryjne punkty kontrolne:

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

- przestrzeganie warunków dotyczących miejsc sporządzanie cieczy użytkowej oraz napełniania sprzętu do stosowania środków ochrony roślin;
- przestrzeganie warunków bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin;
- przestrzeganie warunków prawidłowego postępowania z resztkami cieczy użytkowej;
- przestrzeganie wymogów dotyczących miejsc czyszczenia sprzętu do stosowania środków ochrony roślin.

Lista kontrolna Integrowanej Ochrony wierzby krzewiastej

Lp.	PYTANIA KONTROLNE	Tak / Nie / Nie dotyczy
1	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami integrowanej ochrony?	☐ / ☐ / ☐
2	Czy w nasadzeniach są stosowane różne odmiany i klony wierzby?	☐ / ☐ / ☐
3	Czy w fazie przed sadzeniem zrzesów wierzby producent zapoznał się z historią pola pod kątem występowania chorób, szkodników i chwastów, a także zakresem ochrony w poprzednich sezonach?	☐ / ☐ / ☐
4	Czy producent stosuje odpowiednie nawożenie po wcześniejszej analizie gleby i/ lub roślin?	☐ / ☐ / ☐
5	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	☐ / ☐ / ☐
6	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw szczególnie pod kątem występowania agrofagów i odnotowuje je w notatniku?	☐ / ☐ / ☐
7	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie jest to możliwe)?	☐ / ☐ / ☐
8	Czy producent stosuje wyłącznie środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawie zgodnie z zapisami w etykiecie?	☐ / ☐ / ☐
9	Czy producent stosuje (tam, gdzie jest to możliwe) środki ochrony roślin w sposób przemienny, zapobiegający wykształceniu odporności agrofagów (np. mszyc, chwastów) na niektóre substancje czynne preparatów?	☐ / ☐ / ☐
10	Czy chemiczne zabiegi ochrony prowadzone są w sposób bezpieczny dla pszczoł i innych zapylaczy oraz owadów pożytecznych?	☐ / ☐ / ☐
	Podsumowanie	

15. LITERATURA

- Achremowicz J. 1960. Badania nad szkodnikami uprawnej wikliny z rodziny stonkowatych Chrysomelidae. Roczniki Naukowe Rolnictwa 80A (4): 753–779.
- Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: „Poszukiwanie Nowych Rozwiązań w Ochronie Upraw Ekologicznych” (E. Matyjszczyk, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 393 ss.
- Banaszak J. 1987. Fauna pszczoł (Hymenoptera, Apoidea) Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej na przestrzemi półwieku. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Ser. C 36: 67–77.
- Bereś P.K., Mrówczyński M. (red.). 2013. Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 67 ss.
- Błażej J. 2007. Nieinfekcyjne i infekcyjne czynniki chorobotwórcze krzaczastej formy wierzby (*Salix viminalis* L.) uprawianej na plantacjach towarowych w województwie podkarpackim. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (4): 321–329.
- Boczek J. 1992. Niechemiczne metody zwalczania szkodników roślin. Wydawnictwo SGGW, 243 ss.
- Bremmen J., De Kam M. 1970. *Erwinia salicis* as the cause of dieback of *Salix alba* in the Netherlands and its identify with *Pseudomonas saliciperda*. Netherlands Journal of Plant Pathology 76: 249–252.
- Bukiewicz H. 1989. Szkodniki wikliny i ich zwalczanie. PWRiL O/Poznań, 186 ss.
- Ciepielewska D. 1991. Biedronki (*Coleoptera*, *Coccinellidae*) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. Polish Journal of Entomology/Polskie Pismo Entomologiczne 61: 129–138.
- Ciszewska-Marciniak J., Jędryczka M., Jeżowski S., Przyborowski J., Wojciechowicz K., Zenkteler E. 2010. Morphology of uredinia and urediniospores of the fungus *Melampsora Larici-epitea* – Kleb. A damaging pathogen of common osier (*Salix viminalis* L.) in Poland. Acta Agrobotanica 63 (2): 117–125.
- Czaczyk Z. 2012. Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.
- Czerniakowski Z.W. 1997. Uszkodzenia roślin spowodowane żerowaniem larw śluzownicy lipowej *Caliroa annulipes* Hym., Tenthredinidae na plantacjach wikliny. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 37 (1): 214–217.
- Czerniakowski Z.W. 1998. Skład gatunkowy ryjkowców *Coleoptera*, *Curculionidae* występujących na plantacjach wikliny w południowo-wschodniej Polsce. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 38 (1): 160–164.
- Czerniakowski Z.W. 2000. Szkodniki wikliny na plantacjach produkcyjnych w południowo-wschodniej Polsce. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 40 (1): 243–248.

- Czerniakowski Z.W. 2002. Chrząszcze stonkowate Coleoptera, Chrysomelidae na plantacjach wikliny amerykańki *Salix americana*. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 42 (1): 215–219.
- Czerniakowski Z.W. 2003. Chrząszcze (Coleoptera) – szkodniki na plantacjach produkcyjnych *Salix cordata* ‘Americana’ Hort. Zeszyty Naukowe AR Kraków 293: 1–87.
- Czerniakowski Z.W. 2005a. Szkodliwe owady w matecznikach wierzyby energetycznej. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (1): 77–81.
- Czerniakowski Z.W. 2005b. Dynamika występowania pieników (Hom., Cercopidae) na plantacjach wikliny w południowo-wschodniej Polsce. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (2): 605–607.
- Czerniakowski Z., Czerniakowski Z.W. 1995. Szkodniki wikliny. Wydawnictwo AR Kraków Filia w Rzeszowie, 96 ss.
- Dajdok Z., Szczeniak E. 2009. Występowanie *Alopecurus myosuroides* (Poaceae) na obszarach rolnych okolic Gilowa na Przedgórzu Sudeckim. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica 16 (2): 237–248.
- Dalin P., Kindvall O., Björkman C. 2003. Foraging behaviour of heteropteran predators and possible effects on willow leaf beetle populations. OIKOS 21 in Karlstad, 10–12 February. Abstracts Oral Presentations: p. 6.
- Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. EPPO Bulletin 15: 333–335.
- Dębowska B. 1981. Konsumpcja i wykorzystanie naturalnych pokarmów przez jelenie. Praca magisterska. Uniwersytet Jagielloński. Kraków.
- Dłużniewska J. 2005. Porażenie przez choroby grzybowe pędów i liści wierzyby energetycznej (*Salix viminalis* L.) na plantacjach produkcyjnych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45: 616–619.
- Dłużniewska J. 2010. Występowanie chorób powodowanych przez grzyby na plantacjach produkcyjnych wierzyby energetycznej (*Salix* sp.). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (4): 1785–1788.
- Dłużniewska J. 2011. Występowanie chorób grzybowych na liściach wierzyby krzewiastej (*Salix* sp.) w zależności od wieku roślin. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 56 (3): 63–64.
- Dłużniewska J., Nadolnik M. 2006. Choroby wierzyby energetycznej. Ochrona Roślin 2: 32–33.
- 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 Ochrony Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. ISK Skierniewice, ISBN 978-83-60573-31-0.
- Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.

- Drożdż A., Osiecki A. 1973. Intake and digestibility of natural foods by roe deer. *Acta Theriologica* 15: 89–110.
- Duer I. 1996. Zachwaszczenie i sposoby jego ograniczania w rolnictwie integrowanym. Materiały szkoleniowe 46/96, IUNG Puławy.
- Dziennik Urzędowy UE L 309 z 24.11.2009 r. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.
- Dziennik Ustaw 2001, nr 43, poz. 488 ze zm. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 kwietnia 2001 r. w sprawie ustalenia listy gatunków zwierząt łownych oraz określenia okresów polowań na te zwierzęta.
- Dziennik Ustaw 2002, nr 99, poz. 896 ze zm. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych.
- Dziennik Ustaw 2002, nr 101, poz. 927. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 czerwca 2002 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o izbach rolniczych.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 455. Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 474. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 26 marca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 505. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 625. Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013, poz. 672. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o swobodzie działalności gospodarczej.
- Dziennik Ustaw 2014, poz. 516. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2016a, poz. 760. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2016b, poz. 924. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2018, poz. 1310. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.

- Dyrektywa 2009/128/WE. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.
- Gębczyńska Z. 1980. Food of the roe deer and red in Białowieża Forest. *Acta Theriologica* 25 (40): 48–77.
- Glaser T. 1982. Występowanie i zwalczanie parcha (*Venturia saliciperda* Niesch.) na wiklinie (*Salix americana*). *Roczniki AR Poznań* 137: 26–36
- Glaser T., Tatarynowicz B. 1982. Przyczyny zamierania krzewów wikliny i próby zwalczania choroby. *Roczniki AR Poznań* 137: 57–67.
- Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. *Kosmos – Problemy Nauk biologicznych* 53 (2): 207–217.
- 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.
- Grabarkiewicz A., Trojanowski H. 1998. Występowanie mszycożernych Syrphidae na miedzach i przy drogach śródpolnych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 38 (2): 621–623.
- Hofmann R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443–457.
- Holman J. 2009. Host Plant Catalog of Aphids. Palearctic Region. Springer Science + Business Media B.V., 1216 ss.
- Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2012. Techniki ograniczające znośnienie dla upraw polowych i sadowniczych. Materiały X. Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15 listopada 2012: 120–137.
- Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. *Nowoczesne Rolnictwo. Nauka, Doradztwo, Praktyka* (05/08): 46–47.
- Jabłoński B. 1994. Ogródek pszczelarski. Oddz. Pszczelnictwa ISiK Puławy: 5–53.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki aplikacji i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. Materiały IX. Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 12–13 października 2010: 109–116.
- Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2012. Rola techniki i precyzji zabiegów w integrowanych systemach ochrony roślin. Materiały X. Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań, 14–15 listopada 2012: 152–160.
- Koehler W. 1968. Biologiczne metody ochrony lasu. Wydawnictwo PWRiL, 220 ss.
- Kosewska A., Nietupski M., Ciepielewska D. 2003. Species diversity of ground beetles (Col.: Carabidae) in field groves. *Baltic Journal of Coleopterology* 3 (2): 177–181.
- Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Podstawy fitopatologii. Tom 1. Wydawnictwo PWRiL, Poznań, 639 ss.
- Kuś J., Matyka M. 2010. Uprawa roślin na cele energetyczne. Instrukcja upowszechnieniowa nr 176. Wydawnictwo IUNG – PIB Puławy, 176 ss.
- Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. *Wies Jutra*, 211 ss.

- Matyka M. 2015 Raport końcowy z tematu statutowego pt.: „Ocena produkcyjności wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne w różnych warunkach siedliskowych oraz doskonalenie ich agrotechniki”. IUNG – PIB, Puławy.
- Mazur S. 2001. Aktywność biologiczna mrówek na zalesianych gruntach porolnych. Sylwan 10: 35–39.
- Miziniak W. 2008. Wpływ herbicydów na wybrane odmiany wierzby energetycznej (*Salix viminalis*). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (1): 301–306.
- Miziniak W., Ulatowska A. 2012. Tolerancja na herbicydy wybranych odmian wierzby (*Salix* spp.). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (4): 913–916.
- Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana Ochrona Upraw Rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Tom I. Wydawnictwo PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Nagy J.G. and W.L. Regelin 1975. Comparison of digestive organ size of three deer species. Journal of Wildlife Management 39 (3): 621–624.
- Niemczyk E. 2000. Dobroczynnik gruszożec (*Typhlodromus pyri*) i jego wykorzystanie do zwalczania przędziorków w sadzie. Wydawnictwo ISK, 30 ss.
- Nijak K. 2011. Gatunki owadów zasiedlających różne odmiany i klony wierzby energetycznej – potencjalne zagrożenie w ochronie upraw. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (4): 1563–1566.
- Ophoven E. 2006. Zwierzęta łowne. Biologia. Cechy. Znaczenie łowieckie. Warszawa. Wydawnictwo Muza SA, 159 ss.
- Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K. 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczeniu zachwaszczenia. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 33–44.
- Pawlikowski T. 1993. Zadrzewienia śródpolne jako korytarze ekologiczne rozprzestrzeniania się trzmieli (Apoidea, *Bombus* Latr.) w krajobrazie rolniczym. [Midfield groves as ecological corridors for dispersion of bumblebees (Apoidea, *Bombus* Latr.) in agricultural landscape.] Acta Universitatis Nicolai Copernici, Biologia 43, 84: 17–29.
- Pei M.H., McCracken A.R. 2005. Rust Diseases of Willow and Poplar. CABI Published, 264 ss.
- Pielowski Z. 1984. Sarna. Wydawnictwo PWRiL, Warszawa, 286 ss.
- Pruszyński S., Wolny S. 2009. Dobra Praktyka Ochrony Roślin. IOR, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, Poznań, 56 ss.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, oddział w Poznaniu, 56 ss.
- Remlein-Starosta D. 2007. Choroby roślin energetycznych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (4): 351–357.
- Remlein-Starosta D. 2009 Choroby roślin energetycznych fakty i mity. s. 291–297 W: „Produkcja biomasy. Wybrane problemy” (A. Skrobacki, red.) SGGW Warszawa, 84 ss.
- Remlein-Starosta D., Mrówczyński M. (red.) 2013. Metodyka integrowanej ochrony wierzby krzewiastej dla producentów biomasy. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 46 ss.

- Remlein-Starosta D., Nijak K. 2010. Najważniejsze choroby i szkodniki wieloletnich upraw roślin energetycznych i możliwości ich ograniczania Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (2): 977–986.
- Roberts H.A. 1970. Viable weed seeds in cultivated soil. s. 25–38. In: “National Vegetable Research Station Annual Report 1969”. Wellesbourne. Warwick, England.
- Rola J., Sekutowski T., Rola H., Badowski M. 2006. Problem zachwaszczenia plantacji wierzby krzewiastej – *Salix viminalis*. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (1): 81–87.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG.
- Sajdak G. 1974. Skład chemiczny naturalnego pokarmu jeleniowatych w cyklu rocznym. Praca magisterska, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Sądej W., Waleryś G. 2006. Homopterans (Homoptera) captured on willow *Salix* spp. Aphids and Other Hemipterous Insects 12: 155–159.
- Sądej W., Waleryś G., Szczukowski S., Konwerski S. 2004. Ryjkowce Coleoptera, Curculionoidea zagrażające wiklinie uprawnej w okolicach Olsztyna. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (2): 1072–1074.
- Sekutowski T., Badowski M. 2007. Zróżnicowane zachwaszczenie plantacji *Salix viminalis* (L.) w zależności od warunków glebowych siedliska. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (4): 371–378.
- Sekutowski T., Rola J., Rola H., Badowski M. 2007. Wykorzystanie niektórych herbicydów do regulacji zachwaszczenia plantacji *Salix viminalis* (L.). Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (4): 379–391.
- Skrzypczak W., Waligóra H., Szulc P. 2007. Efektywność chemicznego zwalczania chwastów w pierwszym roku uprawy wikliny. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (4): 392–395.
- Sowiński J. 1988. Wpływ herbicydów oraz dodatkowego spulchniania międzyrzędzi na zachwaszczenie, wzrost i plonowanie wikliny w pierwszym roku uprawy. Roczniki Naukowe Rolnictwa A (107)3: 187–203.
- Stocki J. 2001. Drzewa liściaste i owady na nich żerujące. Oficyna Wydawnicza Multico, 258 ss.
- Strojny W. 1954. Szkodniki drewna drzew szybko przyrastających cz. II. Krytoryjek olszowiec – *Cryptorhynchus lapathi* L. Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B. 2 (24): 71–131.
- Strojny W. 1960. Szkodniki drewna drzew szybko przyrastających cz. V. Wonnica piżmówka – *Aromia moschata* Col., Cerambycidae. Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B. 12 (1–2) (17–18): 75–95.
- Styszko L. 2009. Szkody łowieckie w uprawach roślin energetycznych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 49 (1): 145–149.
- Styszko L., Borzykowska M. 2011. Wpływ szkód łowieckich powodowanych przez jeleniowate na plonowanie wierzby. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (1): 217–222.

- Styszko L., Ignatowicz S. 2010. Szkody łowieckie w kilkuletnich uprawach wierzby energetycznej w rejonie Koszalina. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (1): 182–185.
- Szczukowski S., Tworkowski J. 2001. Produktivność oraz wartość energetyczna biomasy wierzby krzewiastej *Salix* sp. na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. *Postępy Nauk Rolniczych* 2: 30–39.
- Szukiel E. 2001. Ochrona drzew przed roślinożernymi ssakami. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 106 ss.
- Szelegiewicz H. 1968. Mszyce – Aphidoidea. Katalog Fauny Polski. T. XXI, Z. 4. PWN Warszawa, 307 ss.
- Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. Materiały IX. Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”, Poznań 14–15 października 2010, 117–124.
- Waleryś G., Sądej W. 2005. Nastrosz półpawik (*Smerinthus ocellatus* L.) zagrożeniem dla plantacji wikliny w okolicach Olsztyna. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 45 (2): 1180–1182.
- Waleryś G., Sądej W. 2008. Chrząszcze (Coleoptera) zagrażające plantacjom wierzby krzewiastej w okolicy Olsztyna. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 993–997.
- Węgorek P. 2007. Szkody łowieckie – narastający problem. *Rolnik Dzierżawca* 1 (118): 70–73.
- Węgorek P. 2011. Damage caused by game animals and other mammal or bird species in agricultural crops and woodlands – ethological aspect, prevention possibilities. Instytut Ochrony Roślin – PIB Poznań, 72 ss.
- 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.). Wydawnictwo PWRiL, 153 ss.
- Węgorek P., Zamojska J. 2012. Szkody powodowane w uprawach rolnych przez zwierzęta łowne i ptaki oraz możliwości ich ograniczania. s. 11–13. W: „Program Ochrony Roślin Rolniczych 2012” (A. Czarnocka, red.). Hortpress, Warszawa, 328 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 – PIB, Poznań, 10 ss.
- Wilson B.J. 1978. The long-term decline of a population of *Avena fatua* with different cultivations associated with spring barley cropping. *Weed Research* 18 (1): 25–31.
- Woźnica Z. 2008. Herbolgia – podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. Wydawnictwo PWRiL, Poznań, 432 ss.

ISBN 978-83-64655-46-3