



**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Metodyka integrowanej ochrony maku

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 maku dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

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

Program Wieloletni 2016–2020

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

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

POZNAŃ 2020

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

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:

dr inż. Katarzyny Nijak, dr inż. Przemysław Strażyński
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

dr hab. Henryk Ratajkiewicz, prof. UPP⁶

Autorzy opracowania:

dr inż. Przemysław Strażyński ¹	mgr Andrzej Obst ⁴
prof. dr hab. Marek Mrówczyński ¹	dr hab. Roman Krawczyk ¹
prof. dr hab. Marek Korbas ¹	dr hab. Roman Kierzek ¹ , prof. IOR – PIB
dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka ¹	dr Katarzyna Nijak ¹
dr Ewa Jajor ¹	dr Grzegorz Gorzała ⁵
mgr Jacek Broniarz ²	dr hab. Kinga Matysiak ¹ , prof. IOR – PIB
prof. dr hab. Anna Podleśna ³ ,	dr hab. Joanna Zamojska ¹
prof. IUNG – PIB	inż. Arleta Krówczyńska ¹
dr inż. Jakub Danielewicz ¹	

¹ Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań

² Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

³ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy

⁴ Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Poznań

⁵ Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa

⁶ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Autorzy zdjęć:

Adam Bartkowski, Jacek Broniarz, Ewa Jajor, Roman Kierzek, Tomasz Klejdysz,
Marek Korbas, Roman Krawczyk, Katarzyna Nijak, Henryk Ratajkiewicz,
Przemysław Strażyński

Korekta redakcyjna:

Agnieszka Kalinowska, Anna Pukacka

ISBN 978-83-64655-57-9

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	9
3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE MAKU	18
3.1. Stanowisko i płodozmian.....	18
3.2. Przygotowanie gleby.....	19
3.3. Dobór odmiany.....	20
3.4. Nawożenie zrównoważone.....	29
3.5. Siew.....	31
4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA	34
4.1. Najważniejsze gatunki chwastów.....	35
4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia.....	40
4.3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia.....	40
5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB	42
5.1. Najważniejsze choroby.....	42
5.2. Niechemiczne metody ochrony	53
5.3. Chemiczne metody ochrony	58
6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI.....	60
6.1. Najważniejsze gatunki szkodników.....	60
6.2. Niechemiczne metody ochrony	66
6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości.....	70
6.4. Systemy wspomaganie decyzji	71
6.5. Chemiczne metody ochrony	72
7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN	74
7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin	74
7.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin.....	78
7.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin	83
8. METODY BIOLOGICZNE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH W INTEGROWANEJ OCHRONIE	85
9. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY	94
10. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR I PRZECHOWYWANIE	97

11.	ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN	98
11.1.	Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego.....	98
11.2.	Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020.....	100
11.3.	Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej ochrony roślin.....	102
12.	WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN	106
12.1.	Przechowywanie środków ochrony roślin.....	106
12.2.	Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin	107
12.3.	Postępowanie po wykonaniu zabiegu	118
13.	FAZY ROZWOJOWE MAKU W SKALI BBCH	121
14.	ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I LISTA KONTROLNA INTEGROWANEJ OCHRONY MAKU	125
15.	SPIS LITERATURY	135

1. WSTĘP

Od początku 2014 r. w Unii Europejskiej obowiązuje uprawa roślin, w tym maku, zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Opracowanie ma służyć pomocą rolnikom i doradcom we wdrażaniu tych zasad w produkcji, niezależnie od jej przeznaczenia. W integrowanej ochronie roślin, pierwszeństwo mają metody niechemiczne (agrotechniczne, mechaniczne, fizyczne, biologiczne, hodowlane i inne), a gdy są 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 (szkodników, sprawców chorób, chwastów) i oceny prognozy szkodliwości; fachowe przygotowanie osoby wykonującej zabieg chemiczny; posiadanie urzędowego certyfikatu sprawności technicznej opryskiwacza; bezwzględne przestrzeganie 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 (Häni i wsp. 1998; Tomalak i wsp. 2004; Mrówczyński 2013; Pruszyński 2016).

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 prognoz ekonomicznej szkodliwości organizmu szkodliwego oraz umiejętności ich wykorzystania w warunkach konkretnej uprawy,
- wiedzy o różnych metodach profilaktyki i zwalczania z umiejętnością ich integracji,
- dostępu do danych glebowych i meteorologicznych miejsca uprawy oraz oceny ich wpływu na rozwój populacji organizmu szkodliwego,
- zdolności przewidywania potencjalnych, niekorzystnych skutków ubocznych podejmowanych zabiegów ochrony roślin dla człowieka i środowiska.

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

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

PRZYDATNE ADRESY STRON INTERNETOWYCH:

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

Mak siewny (*Papaver somniferum* L.) jest określany także jako ogrodowy, lekarski lub oleisty. Jest to jedna z najstarszych roślin znana człowiekowi, uprawiana od tysięcy lat, która w dalszym ciągu ma znaczenie gospodarcze, lecznicze i symboliczne. Dokładne ustalenie pochodzenia maku jest trudne, ale obecnie przyjmuje się, że wywodzi się on od gatunku *Papaver setigerum*, dziko rosnącego w rejonie morza Śródziemnego. Odkrycia historyczne wskazują, że około 4 tys. lat p.n.e. był on znany w rejonie Azji Zachodniej, w starożytnym Sumerze zajmującym tereny pomiędzy rzekami Tygrys i Eufrat. Roślina ta była znana w starożytnym Egipcie i Turcji już ok. 3 tys. lat p.n.e. Była również uprawiana w starożytnej Grecji ponieważ została opisana w największych dziełach literackich z tego okresu tj. w „Iliadzie” i „Odysei” Homera.

Pierwsze wzmianki o maku w rejonie dzisiejszej Europy dotyczą epoki neolitu (około 4,5 tys. lat p.n.e.) czyli ostatniego okresu w epoce kamienia, w którym dokonała się dziejowa zmiana. Polegała ona na przejściu ludności z trybu wędrownego na osiadły, w którym zaczęto zakładać stałe osady. Łączyło się to ze zmianą zajęcia ludności z myślistwa i gospodarki zbierackiej na rolniczą gospodarkę produkcyjną, co przyjmuje się za początek uprawy roślin i hodowli zwierząt. W tym czasie mak był znany nie tylko w okolicach Alp, ale także i w Polsce, o czym świadczą m.in. wykopaliska prowadzone w Biskupinie.

Cechy morfologiczne roślin maku

Rośliny maku siewnego wykształcają korzeń palowy sięgający do głębokości 150 cm oraz liczne korzenie boczne. Ich liście są ząbkowane i z reguły pokryte nalotem woskowym. Liście dolne są duże, jajowate, na krótkich ogonkach i zebrane w rozetę, natomiast górne są mniejsze i ułożone skrętolegle na łodydze obejmującej ją. Łodygi wyrastają do 80–150 cm wysokości, są wyprostowane i pokryte woskowym nalotem, często rozgałęzione w górnej części. Każdy pęd maku jest zakończony pąkiem kwiatostanowym o długości 4–6 cm. Pierwszy zakwita pąk umieszczony na pędzie głównym, a w następnej kolejności pąki pędów bocznych przez co kwitnienie odbywa się w przeciągu kilku dni. Od momentu rozwoju, pąk maku zwisa ku ziemi. Dopiero wieczorem w przeddzień zakwitania unosi się i rozchyła działki kielicha, a następnego dnia wczesnym rankiem rozkwita. To powoduje, że działki kielicha opadają. W południe pochylają się pręciki z pustymi pylnikami, a wieczorem płatki korony co zamyka jednodniowy proces kwitnięcia kwiatu. **Kwiaty** maku są duże. Posiadają one 5 działek kielicha i 5 odwrotnie jajowatych płatków korony o barwie zależnej od odmiany (białej, różowej, czerwonej, niebiesko-fioletowej i barw przejściowych z odcieniami). Płatki kwiatów mogą mieć brzegi gładkie lub postrzępione. Chociaż mak jest rośliną samopylną to jednak w 15–25% jest zapylany przez owady (w tym głównie pszczoły) i w około 10% za pomocą wiatru.

Owocem maku jest torebka, popularnie nazywana makówką, posiadająca na górnej powierzchni znamię oraz 8–20 promieni, które odpowiadają takiej samej liczbie przegród w jej środku. Korzystną cechą makówki jest podział na średnią ilość szerokich przegród, w której stosunek szerokości do wysokości wynosi 1 : 1 – 1 : 1,75. Torebka może mieć kształt kulisty, owalny, gruszkowaty, beczułkowaty lub stożkowy. Cecha ta jest determinowana genetycznie, natomiast na wielkość makówki mają wpływ warunki środowiska i agrotechnika. Makówki występują w 2 formach: 1) ślepaki, które są zamknięte a nasiona pozostają wewnątrz oraz 2) patrochy tj. samosieje, które pod tarczą posiadają otworki, przez które nasiona wypadają na zewnątrz.

Nasiona maku mogą mieć barwę białą, żółtą, niebieską, szaroniebieską, czarną czy nawet żółtą lub różową. Ich kolor zależy od formy, odmiany, a także od stopnia

ich dojrzałości. Są one nieco spłaszczone, o nieregularnym, nerkowatym kształcie. Długość, szerokość i grubość nasion wynosi odpowiednio 1,5; 1,1 oraz 0,9 mm, a średnia MTN (masa tysiąca nasion) kształtuje się w zakresie 0,56–0,60 g. W makówce może znajdować się bardzo zróżnicowana liczba nasion od 1 tys. aż do 12 tys. ale średnio jest ich około 5–6 tys. Tylko dojrzałe nasiona maku są produktem handlowym, nadającym się do bezpośredniego spożycia i przetwórstwa.

Skład chemiczny nasion i ich wykorzystanie

Nasiona są podstawowym produktem uprawy maku. Należą one do typu nasion bielmowych, które wokół zarodka tworzą tkankę odżywczą. Zawiera ona 400–500 g/kg tłuszczu surowego, 189–250 g/kg białka ogółem, 180–340 g/kg węglowodanów, 6–70 g/kg włókna, 50–60 g/kg składników popielnych, a także 1,1–4,8 g/kg steroli, 20–50 mg/kg α -tokoferolu oraz 200–300 mg/kg γ -tokoferolu.

W wyniku procesu odolejenia z nasion maku uzyskuje się: olej i śrutę poekstrakcyjną lub makuchy tj. wytloki makowe pozostałe po procesie wytlaczania oleju.

Olej wytłaczany na zimno ma zastosowanie jako olej jadalny ponieważ zachowuje jasny kolor, przyjemny zapach oraz cenne właściwości. Zawiera wówczas 50–70% kwasu linolowego, 16–30% kwasu oleinowego oraz 6–16% kwasu palmitynowego. Natomiast wytlaczanie oleju na gorąco powoduje, że ma on ciemniejszą barwę i ostrzejszy smak co powoduje, że staje się olejem technicznym stosowanym m.in. do produkcji lakierów i farb.

Makowa śruta poekstrakcyjna zawiera około 30% strawnego białka przez co jest uważana za bardzo dobrą paszę treściwą, zwłaszcza dla krów mlecznych.

Wytloki makowe są również dobrą paszą ze względu na zawartość strawnego białka (25%) i tłuszczu surowego (11%).

Właściwości odmian maku

Wśród odmian maku rozróżnia się dwa typy użytkowe tj. odmiany uprawiane dla uzyskania nasion (niskomorfinowe) oraz odmiany dostosowane do produkcji opium z makówek (wysokomorfinowe).

Nasiona są wykorzystywane w przemyśle piekarniczym i cukierniczym. Natomiast puste torebki pozostałe po usunięciu nasion są często surowcem do otrzymywania morfiny – głównego alkaloidu maku. Ze względu na swoje właściwości przeciwbólowe, rozkurczowe i narkotyczne morfina znajduje zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym. Odmiany wysokomorfinowe zawierają od 1,5 do 2,5% morfiny natomiast odmiany niskomorfinowe poniżej 0,1%. Nowe odmiany maku: Agat i Rubin wyhodowane w Hodowli Roślin Strzelce, zawierają odpowiednio 0,04–0,06% i 0,05–0,06% morfiny.

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY

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

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

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

Na podstawie wyników działań monitorujących użytkownik profesjonalny musi zdecydować, czy i kiedy stosować metody ochrony roślin. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów

szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy i konkretnych warunków pogodowych.

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

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

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

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

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, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych upraw, obejmujące metody agrotechniczne, biologiczne i chemiczne, ze

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

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

Istotnym wsparciem dla wdrażania zasad integrowanej ochrony roślin będzie, oprócz systemu sygnalizacji agrofagów, udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin wybranych systemów wspomagania decyzji w ochronie roślin, ich aktualizacja i rozszerzenie o kolejne elementy i funkcje, a także udostępnienie opracowań naukowych z tego zakresu. W Polsce od wielu lat prowadzone są szkolenia z zakresu ochrony roślin, ale obecnie należy szczególnie akcentować w ich programach elementy integrowanej ochrony roślin. Istnieje również system kontroli działania sprzętu służącego do zabiegów ochrony roślin. Rolnicy prowadzą także ewidencję wykonanych zabiegów ochronnych.

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 r., str. 71) oraz art. 55 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009 r., 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 z późn. zm.) użytkownicy profesjonalni zobowiązani są do:

- stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin;
- prowadzenia chemicznej ochrony w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałania znośzeniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty nie będące 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 r. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzegania optymalnych terminów, stosowania właściwej agrotechniki, nawożenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, a w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone monitoringiem, wsparte wynikami badań naukowych oraz konsultacjami z doradcami naukowymi.

Według obowiązujących przepisów prawa, do ochrony chemicznej roślin można stosować tylko środki ochrony roślin dopuszczone do obrotu i stosowania na podstawie zezwoleń (lub pozwoleń na handel równoległy) 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 środków ochrony roślin w poszczególnych uprawach zamieszczane są w etykietach. Narzędziem pomocniczym przy ich wyborze 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/web/rolnictwo/produkcja-roslinna>.

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 z późn. zm.) do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych konieczne jest posiadanie odpowiednich kwalifikacji. Zabiegi takie mogą być wykonywane przez osoby, które ukończyły szkolenie:

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

Szkolenia uprawniające do stosowania środków ochrony roślin zachowują ważność przez 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 obo-

wiązków 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 nie użytkowanych 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- okna ograniczające oddziaływanie promieni słonecznych;
- instalację elektryczną 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, jednostkę masy nasion, uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin.

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

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

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

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

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE MAKU

3.1. Stanowisko i płodozmian

Wymagania środowiskowe

Prowadzone badania potwierdzają istotny wpływ warunków środowiskowych, w tym głównie wilgotnościowych na wzrost, rozwój i plonowanie maku. Już od okresu wschodów, które u tego gatunku są wydłużone, kiełkujące nasiona są narażone na problemy z przebicciem zaschniętej lub zaskorupionej gleby. Z drugiej strony zbyt niska temperatura gleby wydłuża okres kiełkowania i wschodów, w porównaniu do warunków wilgotnej i bardziej ogrzanej gleby. Generalnie jednak, w początkowym okresie wzrostu, mak nie wymaga dużo ciepła i dobrze rośnie przy pogodzie chłodnej i umiarkowanie wilgotnej. Pewna ilość ciepła i wody jest niezbędna młodym siewkom maku do pobierania składników pokarmowych z gleby i prowadzenia fotosyntezy co jest warunkiem wzrostu i rozwoju nowych organów. Zarówno kiełkowanie nasion i początkowy wzrost młodych roślin, jak również dalsze fazy rozwojowe maku są determinowane przez różne stresy. Nieprzychylny przebieg pogody zawsze powoduje obniżenie plonowania oraz zacieśnianie różnic wynikających z genetycznego potencjału plonotwórczego poszczególnych odmian (Herse 1982; Kołodziejczyk i Kulig 2020).

Wymagania klimatyczne

Mak jest gatunkiem o niezbyt dużych wymaganiach klimatycznych, co wynika z odporności na chłody i wiosenne przymrozki do -6°C , a nawet -8°C . Zapotrzebowanie na cieplejsze warunki pogodowe zwiększa się wraz ze wzrostem i rozwojem roślin. Najlepiej aby suma temperatur w czasie wegetacji kształtowała się na poziomie 2 200–2 800 $^{\circ}\text{C}$.

W okresie wschodów i początkowego wzrostu rośliny maku nie potrzebują zbyt dużo wilgoci w przeciwieństwie do pąkowania, kiedy potrzeby wodne są największe. Mniejsze opady są wskazane podczas dojrzwania, ponieważ nadmiar wilgoci powoduje pojawianie się chorób grzybowych i obniża plonowanie. Jednak niedobór opadów w czasie kwitnienia i dojrzwania roślin oraz skrócenie okresu wegetacji jest podstawowym czynnikiem redukującym wysokość uzyskanego plonu nasion. Wówczas plon determinowany jest przede wszystkim przez odporność

roślin na czynniki stresowe. W okresie kwitnienia rośliny maku wymagają pogody ciepłej i suchej. Równomierne rozłożenie opadów w maju, czerwcu i lipcu jest korzystne dla rozwoju roślin i skutkuje uzyskaniem wysokiego plonu.

Ze względu na łatwość przewracania się roślin maku duże szkody w jego uprawach wyrządzają silne wiatry. Duże uszkodzenia na plantacjach powoduje również grad.

W Polsce mak można uprawiać prawie we wszystkich rejonach z wyjątkiem obszarów o dużych opadach. Roślina ta szczególnie dobrze rośnie na Dolnym Śląsku, Kujawach i w Wielkopolsce.

Płodozmian

Jako najlepsze przedplony dla maku uważa się buraki cukrowe lub pastewne uprawiane na oborniku, słonecznik, rzepak, tytoń, kukurydzę, rośliny strączkowe i warzywa, ponieważ dobrze odchwasczają pole. Ze zbóż dobrym przedplonem dla tego gatunku jest także pszenica. Uprawa maku w tych warunkach daje szansę, że długo wschodzące rośliny maku nie zostaną zacienione, przeredzone i osłabione przez szybciej rosnące chwasty. Nie zaleca się uprawy maku po ziemniakach ze względu na zaburzone kiełkowanie nasion i gorsze wschody.

Rośliny maku uprawiane rzędowo pozostawiają po sobie czyste pole i w dobrej kulturze, przez co są dobrym przedplonem dla roślin bobowatych i pszenicy ozimej.

3.2. Przygotowanie gleby

Uprawę maku w dużym stopniu warunkuje czynnik glebowy, w tym sprawność gleby odnosząca się do łatwego ogrzewania, zatrzymywania i oddawania wody roślinom w okresach niedoboru oraz do gleb zdrenowanych czy o przepuszczalnym podłożu. Pod uprawę maku najlepsze są więc gleby żyzne, próchniczne, przewiewne, średnio ciężkie, o odczynie obojętnym do słabo zasadowego (pH 6,5–7,2), które są w bardzo dobrej kulturze. Należą do nich gleby kompleksów pszennego bardzo dobrego, pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego.

Właściwe przygotowanie roli jest jednym z ważniejszych elementów agrotechniki rozpoczynających uprawę maku (Wójtowicz 2007). Pole po zbiorze roślin okopowych należy zabronować i wykonać orkę. Natomiast przygotowanie pola po zbiorze roślin pozostawiających ściern wymaga wykonania podorywki i kilkukrotnego bronowania w celu zniszczenia chwastów oraz orki przedzimowej na głębokość 25 cm. Również wyrównanie roli w uprawie maku jest bardzo ważnym zabiegiem ze względu na bardzo małe nasiona. Dlatego uprawa przedsięwna powinna być wykonana na głębokość 3–5 cm, co ma uchronić glebę przed przesuszeniem.

3.3. Dobór odmiany

Mak siewny (*Papaver somniferum* L.) – zwany również lekarskim, oleistym, ogrodowym lub uprawnym jest rośliną roczną, głównie jarą, jakkolwiek znana jest także forma ozima. Należy do najstarszych roślin uprawnych, o czym przekonują wyniki prac archeologicznych, również na terenie Polski. Uprawiany jest przede wszystkim na nasiona, które zasobne są w tłuszcz i białko.

Łodyga maku jest wyprostowana, ulistniona podłużnymi, ząbkowanymi, siedzącymi liśćmi oraz tworzy od jednego do kilku odgałęzień. Pęd główny i pędy boczne zakończone są pąkami kwiatowymi. Kwiaty są duże, składają się z pięciu płatków korony, które zależnie od odmiany mogą mieć różną barwę. Pojedynczy kwiat kwitnie zaledwie jeden dzień. Mak jest zasadniczo samopylny, jakkolwiek kwiaty są również zapylane przez owady, głównie pszczoły. Owocem jest torebka, potocznie zwana makówką. Ma różną wielkość i kształt, przeważnie owalny lub okrągły. Kształt torebki jest cechą odmianową, natomiast wielkość w znacznym stopniu zależy od warunków środowiskowych i agrotechnicznych. Wyróżnia się dwa rodzaje makówek: pękające, tzw. patrochy, posiadające pod tarczą torebki otwory, przez które wypadają dojrzałe nasiona oraz niepękające zwane ślepakami, które są zamknięte i nie tracą nasion. U odmian uprawnych maku torebki są niepękające. Cechą dojrzałości technicznej odmian maku jest zmiana barwy zielonej makówki na beżową (słomkową), w której szeleszczą nasiona przy poruszaniu rośliną. Nasiona maku są bardzo małe, lekko spłaszczone, kształtu nerkowatego. Masa 1 000 nasion wynosi średnio ok. 0,4–0,6 g. Barwa nasion bywa bardzo różna, u odmian uprawnych najczęściej jest niebieska, szaroniebieska, szarofioletowa, szara i biała. Nasiona maku zawierają dużo tłuszczu (43–50%) i białka (24–26%). Niedostatecznie wysuszone nasiona po zbiorze szybko ulegają zepsuciu, tracą wartość konsumpcyjną i handlową.

Odmiany maku mogą być w różny sposób użytkowane. Nasiona są wykorzystywane w przemyśle spożywczym, stanowią także surowiec do pozyskiwania cennego oleju makowego. Olej ten zawiera najwięcej kwasu linolowego, a także oleinowego. Produktem wykorzystywanym w przemyśle farmaceutycznym są makowiny, zawierające alkaloidy. Makowiny stanowią makówki wraz z przylegającym do niej fragmentem łodygi długości 7–10 cm. Opium pozyskiwane z soku niedojrzałych makówek, zwanego mleczkiem makowym, jest silnym środkiem odurzającym. Spośród alkaloidów zawartych w opium najważniejsze są te, wykorzystywane w medycynie jako środki przeciwbólowe i rozkurczające: morfina, narkotyna, kodeina, papaweryna i tebaina.

W obrębie gatunku wyróżnia się odmiany niskomorfinowe (bezmorfinowe), średniomorfinowe (tradycyjne) oraz wysokomorfinowe. Odmiany wysokomorfinowe zawierają około 1,5% morfiny w suchej masie (s.m.) torebek (makówek), tradycyjne 0,4–0,6%, a niskomorfinowe jedynie śladowe ilości tego alkaloidu (<0,06%). Obecnie w Polsce uprawiane są głównie odmiany bezmorfinowe

z przeznaczeniem na nasiona, używane do celów spożywczych, zwłaszcza w cukiernictwie i piekarnictwie. Znacznie rzadziej wysiewane są odmiany morfinowe wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym.

Odmiany uprawne maku wykazują dość duże wymagania, tak glebowo-klimatyczne, jak i pokarmowe. Najlepiej plonują na glebach żyznych o bardzo dobrej kulturze. Ich uprawie sprzyjają również wilgotny i ciepły klimat oraz stosunkowo duże nawożenie mineralne. Rośliny odmian maku są dość tolerancyjne na wiosenne chłody i dobrze wytrzymują pojawiające się wówczas przymrozki. Źle znoszą natomiast susze wiosną, zwłaszcza w okresie od pąkowania do kwitnienia oraz nadmierne opady podczas dojrzewania.

W Polsce, w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, w Oddziale Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (IHAR) w Poznaniu zostały podjęte prace hodowlane w celu uzyskania form niskomorfinowych maku. W roku 1990 została zarejestrowana pierwsza odmiana niskomorfinowa Przemko. Odmiana ta, miała białą barwę płatków korony z fioletową plamą u nasady i nie różniła się wizualnie od odmian wysokomorfinowych, w związku z czym, w warunkach produkcyjnych nie było możliwe odróżnienie obu form odmian. Dalsze twórcze prace hodowlane zespołu specjalistów z Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu i ówczesnego Zakładu Doświadczalnego IHAR w Borowie, prowadzone pod kierunkiem profesora Jana Krzymańskiego doprowadziły do wytworzenia nowych odmian maku niskomorfinowego, ale w tym przypadku różniących się barwą i pokrojem płatków korony od odmian wysokomorfinowych. W roku 1999 zostały zarejestrowane dwie odmiany: Michałko i Mieszko, a rok później trzy kolejne odmiany: Agat, Rubin i Zambo. Odmiany o śladowej zawartości morfiny posiadały markery fenotypowe przejawiające się barwą (inną niż biała) i/lub kształtem płatków korony (gładki lub strzępiasty). Odmiany takie, w warunkach polowych były łatwe do odróżnienia od odmian wysokomorfinowych, a to ułatwiało kontrolę nielegalnych plantacji maku. Wyhodowanie odmian niskomorfinowych maku, zawierających markery fenotypowe dawało przesłankę do znaczącego zwiększenia powierzchni uprawy tej rośliny w Polsce.

Niestety tak się nie stało, areal uprawy maku w naszym kraju w ostatnich latach znacznie zmalał. Średnio była to powierzchnia nieprzekraczająca 2 tys. ha. Najczęściej były to małe plantacje, z których makówki zbierano ręcznie, ścinając je w miarę dojrzewania. W konsekwencji, aby pokryć krajowe zapotrzebowanie na nasiona niezbędny jest import, głównie z Czech. Kraj ten jest głównym eksporterem maku w Europie, a znaczącym importerem tego maku jest Polska. Obok maku jarego, w Czechach uprawia się również na niewielkiej powierzchni mak ozimy, przeważnie odmianę Zeno. Głównie uprawia się tam średniomorfinowe odmiany jare Gerlach i Opal, które zajmują około 70–80% powierzchni uprawy tej rośliny, a na pozostałym areale uprawia się m.in. polskie odmiany, wysokomorfinową Lazurową i niskomorfinową Mieszko oraz słowacką odmianę Albin o białych nasionach (Wójtowicz 2001).

Obecnie w Krajowym Rejestrze (KR) wpisanych jest sześć odmian maku, przy czym ostatnie dwie odmiany zostały zarejestrowane w 2012 r. (tab. 1 i 2). Wszystkie pochodzą z krajowej hodowli. Odmiana Borowski Biały jest jedyną w Krajowym Rejestrze, która cechuje się białą barwą nasion. Cztery odmiany są niskomorfinowe: Agat, Borowski Biały, Mieszko, Rubin, a dwie wysokomorfinowe: Lazurowy, Morfeusz. Odmiany niskomorfinowe odróżniają się inną barwą płatków korony kwiatu, tj. różową w różnym odcieniu lub czerwoną, od odmian wysokomorfinowych, których kwiaty są białe. Odmiany wykazują zróżnicowanie pod względem ważniejszych cech wartości gospodarczej, takich jak: plon nasion i makowin, oraz ich jakość, a także wczesność, wysokość roślin, odporność na wyleganie czy choroby. Hodowla zachowawcza wszystkich odmian wpisanych do KR prowadzona jest w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR. W pracach hodowlanych nad nowymi odmianami maku, stałym elementem jest zwiększanie plenności, zwraca się także dużą uwagę na większą zawartość tłuszczu w nasionach. Dąży się do poprawienia równomierności dojrzewania, polepszenia zdrowotności roślin, a także poszukuje się odmian mniej wrażliwych na niedobory wody (fot. 1).

W Polsce mogą być uprawiane również odmiany maku pochodzące ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA), tj. wyhodowane i zarejestrowane w innych krajach UE. Aktualnie w katalogu CCA wpisanych jest ponad 60 odmian tego gatunku. Większość z nich zarejestrowana jest w Czechach, Austrii oraz na Węgrzech i Słowacji.



Fot. 1. Doświadczenie polowe z odmianami maku (fot. J. Broniarz)

Tabela 1. Odmiany maku wpisane do Krajowego Rejestru Odmian (KR). Właściwości botaniczno-użytkowe odmian (COBORU, badania odmianowe)

Nazwa odmiany	Rok wpisania do Krajowego rejestru (KR)	Wpis do Księgi ochrony wyłącznego prawa (KO)*	Wysokość roślin	Termin kwitnienia	Barwa kwiatów (płatki korony)	Plama (oczko) u nasady płatków kwiatu	Brzegi płatków kwiatu	Kształt torebki nasiennej (makówki)	Barwa nasion
Agat ¹	2000	tak	niskie	średni	różowa	jasnofioletowa	całobrzegie	kulisty wydłużony	szaroniebieska
Borowski Biały ¹	2012	tak	wysokie	średnio późny	jasnoróżowa	biała	całobrzegie	stożkowaty	biała
Mieszko ¹	1999	tak	średnie	średnio późny	ciemnoróżowa	jasnofioletowa	całobrzegie	kulisty wydłużony	szaroniebieska
Rubin ¹	2000	tak	średnie	średni	czerwona	fioletowa	całobrzegie	kulisty wydłużony	szaroniebieska
Lazur ²	1990	skr.	wysokie	średni	biała	fioletowa	całobrzegie	kulisty	niebieska
Morfeusz ²	2012	tak	wysokie	średnio późny	biała	ciemnofioletowa	całobrzegie	kulisty spłaszczony	szara

¹ odmiana o bardzo małej (śladowej) zawartości morfiny

² odmiana o dużej zawartości morfiny

* wpis do KO oznacza, że odmiana chroniona jest krajowym wyłącznym prawem hodowcy

skr. – odmiana skreślona z KO

Tabela 2. Właściwości rolniczo-użytkowe odmian maku (COBORU, doświadczenia odmianowe 2009–2011)

Nazwa odmiany	Plon nasion		Plon makowin	Masa 1000 nasion	Zawartość tłuszczu w nasionach	Zawartość sumy alkaloidów w makowinach	Początek kwitnienia	Dojrzałość pełna	Wysokość roślin	Porażenie przez pleosporozę maku
	[dt z ha]	% wz.								
Średnia	13,4	100	10,1	0,47	48,0	0,42	24.06.	30.07.	112	6,5
Agat ¹	12,2	91	8,6	0,44	47,8	0,05	24.06.	29.07.	107	5,8
Borowski Biały ¹	10,9	81	10,6	0,43	48,7	0,08	26.06.	1.08.	114	7,0
Mieszko ¹	12,9	96	9,5	0,45	47,5	0,02	25.06.	30.07.	110	6,2
Rubin ¹	13,9	104	9,9	0,49	47,9	0,06	23.06.	28.07.	112	6,0
Lazur ²	15,7	117	11,4	0,52	48,5	1,04	23.06.	30.07.	117	6,6
Morfeusz ²	14,6	109	10,8	0,51	47,8	1,29	25.06.	2.08.	114	7,5

¹ odmiana o bardzo małej (śladowej) zawartości morfiny

² odmiana o dużej zawartości morfiny

wz. – wzorec: średnia badanych odmian

skala 9° – skala 9-cio stopniowa gdzie: 9 – oznacza stan rolniczo najlepszy, 5 – średni, 1 – najgorszy

Agat

Odmiana niskomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach bardzo mała (ok. 0,04–0,06%). Plon nasion średni. Masa 1 000 nasion mniejsza od średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej średnia. Nasiona o barwie niebieskiej z szarym odcieniem. Termin kwitnienia i dojrzałości pełnej do zbioru średni. Rośliny dość niskie, o dobrej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku średnia.

Borowski Biały (fot. 2)

Odmiana niskomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach bardzo mała (ok. 0,06–0,08%). Plon nasion mały do średniego. Masa 1 000 nasion mniejsza od średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej duża. Nasiona o białej barwie. Termin kwitnienia i dojrzałości pełnej do zbioru dość późny. Rośliny wysokie, o przeciętnej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku dość duża.

Mieszko

Odmiana niskomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach bardzo mała (ok. 0,02–0,04%). Plon nasion średni. Masa 1 000 nasion poniżej średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej mniejsza od średniej. Nasiona o barwie niebieskiej z szarym odcieniem. Termin kwitnienia i dojrzałości pełnej do zbioru średni. Rośliny średniej wysokości, o przeciętnej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę mniejsza od średniej, na czarną plamistość maku średnia.

Rubin (fot. 3)

Odmiana niskomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach bardzo mała (ok. 0,04–0,05%). Plon nasion średni. Masa 1 000 nasion powyżej średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej średnia. Nasiona o barwie niebieskiej z szarym odcieniem. Termin kwitnienia i dojrzałości pełnej do zbioru wcześniejszy od średniego. Rośliny średniej wysokości, o dobrej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku mniejsza od średniej.

Lazur (fot. 4 i 5)

Odmiana wysokomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach dość duża (ok. 0,8–0,9%). Plon nasion i makowin duży. Masa 1 000 nasion większa od średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach duża, białka w suchej masie beztłuszczowej średnia. Nasiona o niebieskiej barwie. Termin kwitnienia i dojrzałości pełnej do zbioru średni. Rośliny dość wysokie, o przeciętnej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku średnia.



Fot. 2. Kwitnąca roślina odmiany Borowski Biały (fot. J. Broniarz)



Fot. 3. Kwitnąca roślina odmiany Rubin (fot. J. Broniarz)



Fot. 4. Kwitnąca roślina odmiany Lazur (fot. J. Broniarz)



Fot. 5. Torebka (makówka) odmiany Lazur (fot. J. Broniarz)

Morfeusz

Odmiana wysokomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach dość duża (ok. 0,8–0,9%). Plon nasion i makowin duży. Masa 1 000 nasion większa od średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej średnia. Nasiona o barwie szarej. Termin kwitnienia średni, natomiast dojrzałości pełnej do zbioru dość późny. Rośliny wysokie, o dobrej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku dość duża.

Oferowany do uprawy materiał siewny odmian maku powinien gwarantować tożsamość odmianową, a także odpowiednią jakość siewną. Najniższym stopniem kwalifikacji dla materiału siewnego maku jest materiał kwalifikowany pierwszego rozmnożenia (C_1). Nasiona kwalifikowane powinny być prawidłowo wykształcone, dojrzałe i muszą spełniać następujące wymagania: zdolność kiełkowania – min. 80%, czystość – min. 98%. Praktycznie nie powinny być też zanieczyszczone nasionami innych gatunków (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 lutego 2007 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego, Dz. U. 29/2007 poz. 189). Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, zapewnia prawidłowe i równomierne kiełkowanie, a tym samym odpowiednio szybkie i wyrównane wschody. Jest to również jeden z podstawowych warunków uzyskania plonu o dobrej jakości nasion z plantacji produkcyjnych.

W Polsce obowiązuje administracyjny nadzór nad uprawami maku, regulowany odpowiednimi przepisami (Ustawa z dn. 29 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii – Dz. U. 2019 r. poz. 852, z późn. zm.). Zgodnie z nią, uprawa maku niskomorfinowego może być prowadzona wyłącznie na cele spożywcze i nasiennictwa, natomiast maku innego niż niskomorfinowy wyłącznie na potrzeby przemysłu farmaceutycznego i nasiennictwa. Ponadto, uprawa maku może być prowadzona na określonej powierzchni, w wyznaczonych rejonach, na podstawie zezwolenia na uprawę wydanego przez wójta lub burmistrza właściwego ze względu na miejsce położenia uprawy, przy zastosowaniu odpowiedniego materiału siewnego, potwierdzonego fakturą zakupu i zawarciu umowy kontraktacji z podmiotem posiadającym zezwolenie marszałka województwa na prowadzenie działalności w zakresie skupu maku. Prowadzący uprawę jest zobowiązany do zniszczenia słomy makowej z uprawy maku pozostałej po oddzieleniu torebki (makówki) i przylegającej do niej łodygi o długości do 7 cm, a także pozostałych na polu resztek poźniwnych w wyniku przeprowadzenia odpowiedniego zabiegu agrotechnicznego. Ustawa stanowi, że kto wbrew przepisom ustawy, uprawia mak niskomorfinowy, podlega karze grzywny, natomiast kto wbrew przepisom ustawy, uprawia mak inny niż niskomorfinowy, podlega karze pozbawienia wolności.

3.4. Nawożenie zrównoważone

Mak jest rośliną o dużych wymaganiach pokarmowych i nawozowych. W plonie 1 t nasion, wraz z odpowiednią masą słomy, rośliny maku pobierają: 54–68 kg N, 26 kg P_2O_5 , 53–76 kg K_2O , 43–60 kg CaO oraz 10–13 kg MgO. Potrzeby żywieniowe maku wynikają przede wszystkim z powodu wytwarzania dużej biomasy, na którą składa się długa łodyga i kilka pędów bocznych z liśćmi, makówki wypełnione nasionami oraz obfity system korzeniowy. Dodatkowo roślina ta charakteryzuje się małą zdolnością oraz krótkim okresem pobierania składników pokarmowych z gleby trwającym tylko do końca kwitnienia. Dlatego bardzo ważne jest poznanie odczynu i zasobności gleby w składniki pokarmowe. Znając potrzeby pokarmowe maku można prawidłowo oszacować potrzeby nawozowe plantacji. W przypadku maku należy pamiętać o wczesnym zastosowaniu odpowiednio wysokich dawek składników pokarmowych w formach łatwo przyswajalnych dla roślin.

Wapnowanie

Najlepsze pod uprawę maku są gleby o odczynie obojętnym do słabo zasadowego (pH 6,5–7,2), zatem uprawa na glebie o odczynie niższym powinna być poprzedzona wapnowaniem. Zabieg ten należy wykonać po zbiorze przedplonu lub przed wykonaniem orki zimowej. Ze względu na lepszą przyswajalność boru, w warunkach gleby o odczynie lekko kwaśnym dawka wapna nie powinna być wysoka. Właściwy odczyn gleby jest ważny dla prawidłowego wzrostu systemu korzeniowego i związanego z tym sprawnego pobrania i wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny.

Nawożenie mineralne

Pierwszym zabiegiem nawozowym w uprawie maku jest aplikacja nawozów fosforowo-potasowych. Najlepiej aby nawozy te były zastosowane jesienią przed orką przedzimową w dawce 30–80 kg P_2O_5 i 80–100 kg K_2O na hektar. Jeśli nie zostały wysiane w pierwszym terminie można je podać pod kultywator wiosną, biorąc pod uwagę termin wyprzedzający około 2 tygodnie wysiew nasion ponieważ według niektórych doniesień mak jest wrażliwy na dużą koncentrację jonów w glebie. Precyzyjne ustalenie wielkości dawki PK powinno być zależne od zasobności gleby w te składniki oraz od planowanej wysokości nawożenia azotem. Dawki potasu zbyt wysokie w stosunku do azotu nie są produktywne i często powodują mniejszy przyrost plonu niż osiągnięty przy dawkach niższych. Jednak składnik ten jest niezwykle ważny dla maku choćby ze względu na udział w metabolizmie tłuszczu i regulacji gospodarki wodą.

Najważniejszym składnikiem plonotwórczym dla maku jest azot. Zaleca się aby całkowita dawka N w uprawie maku wynosiła 60–90 kg na hektar ale była stosowana dwukrotnie. Pierwszą dawkę tego składnika, w postaci nawozów amonowych, stosuje się przedsięwzię pod agregat uprawowy w ilości 20–40 kg/ha. Natomiast druga część nawozów azotowych w ilości 40–50 kg N/ha powinna być wysiana jednorazowo, po przerywce roślin (faza 2–3 liści właściwych) w postaci saletrzanej. Drugą dawkę azotu można też zastosować w dwóch mniejszych częściach stosując 20–30 kg N/ha po przerywce i 20 kg N/ha tuż przed zakryciem międzyrzędzi. Plonotwórczo korzystne może być przedsięwzię zastosowanie 2/3 całkowitej ilości N, a następnie w fazie kwitnienia podanie pozostałej dawki azotu (1/3). Zabieg ten powoduje, że rośliny wytwarzają mniej makówek, ale są one większe i zawierają więcej nasion. Skuteczność nawożenia azotem jest zależna w dużej mierze od uwilgotnienia gleby ponieważ dobre uwilgotnienie powiązane z wyższym nawożeniem, zastosowanym we wczesnej fazie, wpływa na wzrost liczby makówek na roślinie i jednostce powierzchni. Natomiast wyższe dawki azotu zastosowane w warunkach małej wilgotności gleby mogą powodować obniżenie plonowania maku w wyniku wzrostu ciśnienia osmotycznego roztworu glebowego (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ nawożenia azotem na plon maku [t/ha] i liczbę makówek

Dawka N [kg/ha]	Rok		Liczba makówek	
	korzystny*	niekorzystny**	na roślinie [szt.]	na pow. 1 m ² [szt./m ²]
50	2,05	1,16	2,5	64,8
75	2,28	1,23	2,6	67,8
100	2,36	1,15	2,8	71,4

* równomiernie rozłożone opady w okresie maj–lipiec

** niedobory opadów w czasie kwitnienia i dojrzewania roślin, okres wegetacji krótszy o 3 tygodnie

Chociaż badania nad rolą plonotwórczą siarki w uprawie maku nie są jednoznaczne to obserwowano, że forma siarczanowa potasu dawała wyższy przyrost plonów nasion niż forma chlorkowa, co jest praktyczną wskazówką do uwzględnienia w nawożeniu tego gatunku.

Mak jest także wrażliwy na deficyt boru. Jego niedobór prowadzi do zahamowania wzrostu rośliny, a następnie do zasychania wierzchołków wzrostu pędu i korzeni oraz marszczenia liści wskutek skrócenia nerwów w blaszkach liściowych maku. Jeśli na roślinach z deficytem boru pojawiają się kwiaty, to są one drobne i niedorozwinięte. Z nich wykształcają się drobne i ściemniałe makówki, ale pozbawione są one nasion, co wynika z tego, że deficytowa zawartość boru w roślinie niekorzystnie wpływa na żywotność elementów kwiatu i proces

zapłodnienia. Duży niedobór boru uniemożliwia produkcję nasion maku oraz znacznie pogarsza ich jakość konsumpcyjną i przemysłową. Bor spełnia w roślinie szereg istotnych funkcji fizjologicznych, w tym kształtuje strukturę ścian komórkowej oraz wpływa na właściwości zwiększające grubość i wytrzymałość tkanek (łącznie z wapniem). Jest to ważne w przypadku długiej łodygi maku zakończonej makówką oraz obrony przez chorobami i szkodnikami. Ponieważ przeważająca większość gleb uprawnych w Polsce wykazuje niedobór boru, więc w uprawie maku należy stosować od 0,5 do 1,0 kg B/ha, co odpowiada ilości 5–10 kg boraksu na hektar. Bor można również podawać łącznie z fosforem w postaci superfosfatu borowanego. Korzystny wpływ na wzrost plonu nasion ma również dwukrotne dolistne zastosowanie nawozu płynnego, który jest szybciej wchłaniany, przemieszczany i przyswajany przez rośliny niż bor dostarczany roślinom w innych formach (tab. 4).

Tabela 4. Proponowane terminy dolistnego stosowania boru w postaci preparatu Bormax

Zabieg	Faza rozwojowa maku	Dawka
Uzupełniający/opcjonalny	faza 4–6 liścia właściwego (BBCH 14–16)	0,5–1,2 l/ha
Optymalny/zalecany	wzrost pędu – widoczny pąk kwiatowy (BBCH 30–52)	0,5–1,2 l/ha

Nawożenie oddziałuje nie tylko na wysokość plonu maku ale także na zawartość morfiny w słomie. Jak wykazano, poziom zawartości tego alkaloidu w słomie makowej wzrasta wraz ze wzrostem nawożenia azotem. Również po zastosowaniu siarki w formie siarczanu potasu można spodziewać się zwiększenia koncentracji morfiny w roślinach maku, w przeciwieństwie do soli potasowej, której działanie może powodować jej obniżenie.

Nawozy naturalne

Mak może być uprawiany na oborniku ale dopiero w drugim lub trzecim roku po zastosowaniu jego pełnej dawki. Uprawa prowadzona bezpośrednio po zastosowaniu obornika może być zagrożona przez zachwaszczenie młodej plantacji maku oraz porażenie przez choroby.

3.5. Siew

Mak powinien być siany wcześniej tj. na początku terminu siewu zbóż jarych. Na glebach lżejszych trzeba go siać tuż po owsie i pszenicy, a na glebach bardziej cięższych i zimnych do 10–14 dni później aby gleba mogła się ogrzać. Wysiew nasion

w głąbę ogrzaną wpływa na lepsze wschody maku. Termin siewu przyjęty jako optymalny (i nieco wcześniejszy) dla maku sprzyja wzrostowi roślin poprzez dłuższy okres wegetacji, co przekłada się na wykształcanie makówek wyróżniających się większą długością i większą masą, a także większym plonem nasion (tab. 5).

Aby uzyskać optymalne zagęszczenie roślin tj. 25–45 roślin/m², i zapobiec stratom plonu, na hektar wysiewa się 0,7–1,5 kg nasion na głębokość 0,5–1,5 cm, w rozstawie rzędów co 30–40 cm. Aby ułatwić wysiew tak niewielkiej ilości, małych nasion miesza się je z balastem, którym może być kasza manna lub prażony piasek. W warunkach zbyt dużej obsady roślin wykształcają się małe makówki, które są słabo wypełnione nasionami. Mniejsza od zalecanej liczba roślin sprzyja ich większemu rozgałęzieniu, co prowadzi do nierównomiernego dojrzewania i strat plonu (Zajac i wsp. 2010).

Tabela 5. Wpływ terminu siewu na plon i elementy struktury plonu maku niskomorfinowej odmiany Mieszko

Rok	Termin siewu			Średnio dla lat
	wczesny	optymalny	opóźniony	
Obsada roślin [szt./m ²]				
Korzystny*	33,1	33,6	32,1	32,9
Niekorzystny**	20,5	18,5	14,5	17,8
Średnia	26,8	26,1	23,3	
Obsada makówek [szt./m ²]				
Korzystny*	51,6	58,4	46,6	52,2
Niekorzystny**	51,0	48,0	26,5	41,8
Średnia	51,3	53,2	36,5	
Liczba makówek na roślinie [szt./roślinę]				
Korzystny*	1,56	1,74	1,45	1,58
Niekorzystny**	2,49	2,59	1,83	2,30
Średnia	2,02	2,17	1,64	
Masa 1 000 nasion [g]				
Korzystny*	0,481	0,497	0,477	0,485
Niekorzystny**	0,469	0,451	0,432	0,451
Średnia	0,475	0,474	0,455	
Plon nasion [t/ha]				
Korzystny*	0,894	1,190	0,761	0,948
Niekorzystny**	0,968	0,936	0,389	0,765
Średnia	0,931	1,060	0,575	

* rok korzystny dla uprawy maku: opady w kwietniu (po siewie nasion), w maju i czerwcu

** rok niekorzystny dla uprawy maku: kwiecień ciepły i suchy, brak opadów

Zabiegi pielęgnacyjne

Pielęgnacja plantacji maku jest niezbędnym działaniem aby siewki i młode rośliny mogły łatwiej przejść pierwsze fazy wzrostu. W przypadku wystąpienia zbyt gęstego siewu w fazie 2–3 liści właściwych należy wykonać przecinkę, a po kilku dniach przerywkę pozostawiając w rzędzie rośliny w odległości co 7–10 cm. Celem innych zabiegów pielęgnacyjnych jest zatrzymanie wody w glebie i zapobieganie jej zaskorupianiu, a także niszczenie szybko rosnących chwastów. Wykonuje się wówczas 1–3 krotne wzruszanie gleby w międzyrzędziach.

4. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

W technologii uprawy maku lekarskiego (*Papaver somniferum* L.) ochrona przed zachwaszczeniem jest jednym z kluczowych elementów decydującym o opłacalności tej produkcji. Mak lekarski w początkowym okresie wegetacji rozwija się powoli. Ma słabą zdolność konkurowania z chwastami i jest stosunkowo wrażliwy na herbicydy (Adamczewski i Kawczyński 1980; Horodyski i wsp. 1990; Jakubiak 2005; Wójtowicz i Wójtowicz 2006; Wójtowicz i Wójtowicz 2009; Pinke i wsp. 2011; Wójtowicz i wsp. 2016). W związku z tym regulacja zachwaszczenia na plantacjach maku lekarskiego jest trudna.

Efektywność regulacji zachwaszczenia na plantacjach maku lekarskiego zależy od poziomu kultury rolnej, stosowanych zabiegów agrotechnicznych, typu gleby, przebiegu oraz warunków pogodowych. Nie zaleca się uprawiać maku na polach zachwaszczonych gatunkami chwastów wieloletnich. Warunek ten dotyczy również zachwaszczenia stanowiska makiem polnym (*Papaver rhoes*) (fot. 6), makiem wątpliwym (*P. dubium*) lub makiem piaskowym (*P. argemone*), których występowanie na polach przeznaczonych pod uprawę maku lekarskiego (*P. somniferum*) jest praktycznie problemem nierozwiązywalnym.



Fot. 6. Mak polny (*Papaver rhoes* L.) (fot. K. Nijak)

W regulacji zachwaszczenia plantacji maku lekarskiego szczególnie istotne jest skuteczne odchwaszczanie zwłaszcza z gatunków, takich jak komosa (*Chenopodium* sp.), łoboda (*Atriplex* sp.), szarłat (*Amaranthus* sp.), gdyż usunięcie nasion tych chwastów po zbiorze plonu jest problematyczne.

W zależności od przedplonu, technologii siewu, etapów rozwoju upraw i składu gatunkowego chwastów, odchwaszczanie na plantacjach maku lekarskiego powinno obejmować zabiegi agrotechniczne jak i odpowiednio stosowane zabiegi herbicydowe.

4.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Wśród najczęściej występujących gatunków chwastów na plantacjach maku można wymienić:

- byliny – perz właściwy (*Elymus repens*) (fot. 7);
- jednoroczne gatunki jednoliścienne: chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*) (fot. 8), owies głuchy (*Avena fatua*), włośnica (*Setaria* sp.);
- jednoroczne gatunki dwuliścienne: fiołek (*Viola* sp.) (fot. 9), komosa biała (agg.) (*Chenopodium album* agg.) (fot. 10), łoboda rozłożysta (*Atriplex*



Fot. 7. Perz właściwy [*Elymus repens* (L.) Gould.] (fot. R. Krawczyk)

patula), maruna bezwonna (*Matricaria perforata*) (fot. 11), poziewnik (*Galeopsis* sp.), przytulia czepna (*Galium aparine*) (fot. 12), jasnota (*Lamium* sp.) (fot. 13), rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus*) (fot. 14), rdest (*Polygonum* sp.), szarłat (*Amaranthus* sp.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*), tobołki polne (*Thlaspi arvense*) (fot. 15), żóltlica (*Galinsoga* sp.) (fot. 16);

- samosiewy roślin uprawnych: samosiewy rzepaku, samosiewy zbóż.



Fot. 8. Chwastnica jednostronna [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.] (fot. R. Krawczyk)



Fot. 9. Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray) (fot. R. Krawczyk)



Fot. 10. Komosa biała (agg.) (*Chenopodium album* agg.) (fot. R. Krawczyk)



Fot. 11. Maruna bezwonna (*Matricaria perforata* Mérat.) (fot. R. Krawczyk)



Fot. 12. Przytulia czepna (*Galium aparine* L.) (fot. R. Krawczyk)



Fot. 13. Jasnota purpurowa (*Lamium purpureum* L.) (fot. R. Krawczyk)



Fot. 14. Rdestówka powojowata [*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve] (fot. R. Krawczyk)



Fot. 15. Tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.)
(fot. R. Krawczyk)



Fot. 16. Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.) (fot. R. Krawczyk)

4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Głównym źródłem zachwaszczenia są występujące w glebie diaspory chwastów (nasiona, kłaczka, rozłogi, bulwy, cebulki). W integrowanej ochronie działania ograniczające ujemny wpływ zachwaszczenia powinny być uwzględnione na każdym etapie produkcji, a metody agrotechniczne wraz z bezpośrednim zwalczaniem chwastów powinny się uzupełniać.

Kluczowym elementem integrowanej ochrony przed zachwaszczeniem jest płodozmian oraz działania prewencyjne oparte na profilaktyce (Tomalak i wsp. 2004; Pannacci i wsp. 2017). Odpowiednio skonstruowany płodozmian ma korzystny wpływ na poprawę żyzności gleby oraz zmniejsza ryzyko zachwaszczenia (Eyre i wsp. 2011; Graziani i wsp. 2012; Hosseini i wsp. 2014; Bonciarelli i wsp. 2016).

W celu uzyskania wyrównanych wschodów w optymalnej obsadzie należy stosować dobrej jakości materiał siewny, nasiona wysiewać w zalecanych ilościach, terminach i optymalnej głębokości siewu oraz rozstawie międzyrzędzi. Materiał siewny powinien być wolny od nasion chwastów. Bardzo ważne jest optymalne ustalenie ilości siewu, dostosowane do wymagań odmiany oraz stanowiska i regionu.

W ramach regulacji zachwaszczenia w integrowanej ochronie zwalczanie chwastów powinno być ukierunkowane na zmniejszenie liczebności diaspor chwastów w glebie przez różnego rodzaju interwencje, we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów. Z tego względu program regulacji zachwaszczenia powinien uwzględniać zwalczanie chwastów już po zbiorze rośliny przedplonowej, w zespole uprawek późniowych, jeżeli nie był wysiany poplon. Zabiegi te powinny być dostosowane indywidualnie do warunków gospodarstwa.

Pielęgnacyjne zabiegi uprawowe aktywują diaspory chwastów do kiełkowania i rozwoju siewek, które powinny być zwalczane w kolejnych zabiegach. Powyższe działania mają na celu zmniejszanie liczby żywotnych diaspor chwastów w glebie. Ten okres jest odpowiedni do zwalczania bylin (gatunków chwastów wieloletnich), gdyż ich zwalczanie w zasiewach maku lekarskiego jest bardzo ograniczone lub niemożliwe.

Pielęgnacja zasiewów maku lekarskiego polega na 1–3 krotnym wzruszeniu gleby w międzyrzędziach, czego celem jest niszczenie chwastów, a ponadto zapobieganie zaskorupianiu i zatrzymaniu wilgoci w glebie.

4.3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

W celu bezpiecznego stosowania herbicydów, uzyskania pożądanego działania chwastobójczego i zachowaniu selektywności tych zabiegów należy przestrzegać wytycznych zawartych w etykietach środków ochrony roślin. Konieczne jest prze-

strzeżenie zalecanej ilości cieczy opryskowej, a także temperatury powietrza podczas zabiegu. Na skuteczność zabiegów przedwiosennych wpływ ma między innymi staranność uprawy gleby (bez grud) oraz przebieg warunków pogodowych. Skuteczność herbicydów o działaniu dogłębowym jest zależna od wilgotności gleby. W warunkach przesuszenia gleby ich skuteczność jest ograniczona. Istotnym czynnikiem wpływającym na skuteczność działania środków chwastobójczych jest zakres temperatury powietrza, w jakiej mogą być stosowane poszczególne środki chwastobójcze.

Przed nalistnymi zabiegami herbicydowymi należy zwrócić uwagę na dostatecznie rozwiniętą warstwę wosku, zwłaszcza po opadach deszczu. Zabiegi nalistne można wykonać po 3–5 pogodnych, bezdeszczowych dniach, gdy na liściach maku wytworzy się ochronna warstewka wosku, która zabezpiecza rośliny przed uszkodzeniami wywołanymi przez środki chwastobójcze.

Nie należy stosować herbicydowych mieszanin zbiornikowych. Jeżeli w zbliżonym terminie przypada zwalczanie chwastów dwuliściennych oraz chwastów jednoliściennych z użyciem graminydów, to korzystniej jest w pierwszym zabiegu przeprowadzić zwalczanie chwastów dwuliściennych, a w odpowiednio późniejszym terminie zastosować rekomendowany graminyd (środek chwastobójczy selektywnie zwalczający rośliny jednoliścienne).

5. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHOROÓB

5.1. Najważniejsze choroby

Porażenie roślin maku siewnego przez choroby może w dużym stopniu wpłynąć na obniżenie plonu nasion (Szymanowska i wsp. 2000; Wałkowski 2005). Na roślinach maku występuje wiele patogenów pochodzenia wirusowego, bakteryjnego i grzybowego. W jego uprawie obserwuje się w związku z tym problemy związane z patogenami, które potencjalnie mogą wystąpić i stanowić zagrożenie związane z redukcją plonu. Należą do nich, według obserwacji specjalistów COBORU, najczęściej: czarna plamistość maku (*Alternaria alternata*, *Pleospora herbarum*, *Ulocladium* spp., *Cladosporium* spp.), pleosporoza maku (czarna zgorzel maku) (*Crivellia papaveracea*) oraz mączniak rzekomy (*Peronospora arborescens*). W uprawie maku mogą wystąpić również polifagiczne gatunki grzybów powodujące zgniliznę twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*), szarą pleśń (*Botrytis cinerea*) i fuzariozę maku (*Fusarium* spp.), a także zgorzel siewek powodowaną przez różne gatunki grzybów bytujących w glebie, na resztkach poźniwnych, chwastach i nasionach. Ponadto na maku może wystąpić m.in. mączniak prawdziwy (*Golovinomyces cichoracearum*) i głownia liściowa (*Entyloma fuscum*) (tab. 6).

W uprawie maku obserwuje się również choroby bakteryjne, głównie bakteriozę łodyg maku (*Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*) i bakteryjną plamistość maku (*Xanthomonas campestris* subsp. *papavericola*) oraz choroby wirusowe tj. żółtaczkę maku (*Beet mild yellowing virus*) oraz mozaikę maku (*Poppy mosaic virus* lub *Turnip mosaic virus*).

Tabela 6. Przykłady chorób występujących w uprawie maku siewnego (Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorok 1997; Kryczyński i Weber 2011; Borecki i Schollenberger 2017; Kotecki i wsp. 2020)

Choroba	Sprawca (y)	Znaczenie
Czarna plamistość maku	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl., <i>Pleospora herbarum</i> (Pers.) Rabenh. an. <i>Stemphylium herbarum</i> E.G. Simmons, <i>Ulocladium</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp.	++
Fuzarioza maku	<i>Fusarium</i> spp.	+
Głownia liściowa maku	<i>Entyloma fuscum</i> J. Schröt.	+
Mączniak prawdziwy maku	<i>Golovinomyces cichoracearum</i> (DC.) V.P. Heluta	+

Tabela 6. Przykłady chorób występujących w uprawie maku siewnego (Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorzek 1997; Kryczyński i Weber 2011; Borecki i Schollenberger 2017; Kotecki i wsp. 2020) – cd.

Choroba	Sprawca (y)	Znaczenie
Mączniak rzekomy maku	<i>Peronospora arborescens</i> (Berk.) de Bary	+++
Pleosporoza maku (czarna zgorzel maku, sucha zgnilizna maku)	<i>Crivellia papaveracea</i> (De Not.) Shoemaker et Inder syn. <i>Pleospora papaveracea</i> (De Not.) Sacc.	+++
Szara pleśń	<i>Botryotinia fuckeliana</i> De Bary; st. kon. <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	++
Zgnilizna twardzikowa	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) De Bary	++
Zgorzel siewek	<i>Pythium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	+
Choroby bakteryjne		
Bakteryjna plamistość maku	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>papavericola</i> (Bryan et McWhorter) Dye	++
Bakterioza łodygi maku	<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>carotovora</i> Holland	+
Choroby wirusowe		
Mozaika maku	<i>Poppy mosaic virus</i> lub <i>Turnip mosaic virus</i>	+
Żółtaczka maku	Beet mild yellowing virus	+

Znajomość źródeł infekcji oraz warunków, które sprzyjają pojawieniu chorób są pomocne przy precyzyjnym określeniu organizmu chorobotwórczego i metod zapobiegania jego wystąpieniu (tab. 7).

Tabela 7. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców (Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorzek 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Kryczyński i Weber 2011; Kotecki i wsp. 2020)

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Czarna plamistość maku	resztki porażonych roślin, dziko rosnące gatunki maku oraz nasiona	optymalnie 16–18°C	wysoka
Fuzarioza maku	resztki porażonych roślin oraz nasiona	6–18°C	wysoka

Tabela 7. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców (Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorok 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Kryczyński i Weber 2011; Kotecki i wsp. 2020) – cd.

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura [°C]	wilgotność gleby i powietrza
Głownia liściowa maku	resztki porażonych roślin	optymalnie 16–18°C	niska
Mączniak prawdziwy maku	dziko rosnące gatunki maku	15–26°C	niska, (zaciężone miejsce)
Mączniak rzekomy maku	nasiona, resztki porażonych roślin	5–15°C	wysoka
Pleosporoza maku (czarna zgorzel maku, sucha zgnilizna maku)	nasiona, resztki porażonych roślin, dziko rosnące gatunki maku	optymalnie 16–20°C	wysoka
Szara pleśń	resztki poźniwne, chwasty, nasiona, gleba	10–18°C optymalnie 15°C	wysoka
Zgnilizna twardzikowa	sklerocja (przetrwalniki) w glebie	5–25°C optymalnie 16–22°C	wysoka
Zgorzel siewek	resztki poźniwne oraz grzyby bytujące na chwastach i w glebie	poniżej 6–8°C	nadmiernie uwilgotniona gleba
Choroby bakteryjne	m.in. przenoszone przez szkodniki	powyżej 10°C	wysoka
Choroby wirusowe	przenoszone przez owady, głównie mszyce	powyżej 20°C	niska

Oprócz znajomości warunków sprzyjających występowaniu danej choroby w uprawie maku ważne jest również prawidłowe jej określenie. W tabeli 8. opisane zostały charakterystyczne objawy najważniejszych, powodowanych przez patogeny chorób, występujących w tej uprawie. Grzyby chorobotwórcze, bakterie i wirusy pojawiać się mogą na wszystkich częściach maku, tj. łodygach, liściach, torebkach nasiennych oraz nasionach i występują przez cały okres wegetacji, czyli od fazy kiełkowania do końca dojrzewania (fot. 17–32).

Tabela 8. Cechy diagnostyczne wybranych chorób maku siewnego (Kralovic i Kolektiv 1975; Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorok 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Kryczyński i Weber 2011; Kotecki i wsp. 2020)

Choroba	Cechy diagnostyczne
Czarna plamistość maku (fot. 17 i 18)	Występuje na maku przez cały okres wzrostu, najczęściej jednak w drugiej połowie wegetacji, szczególnie na zielonych makówkach uszkodzonych przez różne czynniki (np. grad, szkodniki). Na liściach – brunatnoczarne, często koncentrycznie strefowane plamy. Na makówkach – zwarty, oliwkoczarny nalot struktur grzybów.
Fuzarioza maku (fot. 19 i 20)	Występuje na maku przez cały okres wegetacji. Na łodygach – czarne, rozległe, wydłużone plamy, stopniowo obejmujące cały obwód; często występują w dolnej części pędu. Na liściach – czarne, wydłużone, rozległe, plamy, które pojawiają się najczęściej u nasady ogonków liściowych.
Głownia liściowa maku	Na liściach – nieregularne, wydłużone, kanciaste, ograniczone nerwami plamy; na górnej stronie liścia plamy te są w środkowej części czarne, a na brzegach żółte; od dolnej strony żółte lub żółtobrunatne. W miejscu plam blaszka liściowa jest przynajmniej dwukrotnie grubsza wskutek nagromadzenia w tym miejscu zarodników.
Mączniak prawdziwy maku	Występuje w późniejszych fazach rozwojowych maku. Na łodygach, liściach, kwiatach i torebkach nasiennych – delikatny, biały, mączysty nalot w postaci owalnych plam rozszerzających się na coraz większą powierzchnię; nalot stopniowo staje się zwarty, ciemnoszary, w jego obrębie tworzą się ciemne punkty (owocniki grzyba). Silne porażenie powoduje zamieranie i zasychanie roślin.
Mączniak rzekomy maku (fot. 21–24)	Występuje na maku przez cały okres wegetacji. Szyjki korzeniowe siewek – przewężone, stopniowo przewracają się i zamierają. Łodygi – zdeformowane i pokryte szarym nalotem struktur patogena. Liście – często nieco większe, jaśniejsze, pęcherzykowato skądzierzawione i kruche, zgrubiałe; na dolnej stronie liści początkowo jasnoszary potem szarofioletowy nalot struktur patogena; brzegi liści są podwinięte do dołu; na starszych liściach kanciaste, ograniczone nerwami brunatne plamistości. Silnie porażone liście zamierają. Torebki nasienne – zniekształcone, mniejsze o fioletowym przebarwieniu.

Tabela 8. Cechy diagnostyczne wybranych chorób maku siewnego (Kralovic i Kolektiv 1975; Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorok 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Kryczyński i Weber 2011; Kotecki i wsp. 2020) – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
<p>Pleosporoza maku [czarna zgorzel maku (fot. 25–28), sucha zgnilizna maku]</p>	<p>Występuje na maku przez cały okres wegetacji. Szyjki korzeniowe siewek ciemnieją i przewężają się, następnie przewracają się i zamierają. Na łodygach – smugowate, czarno-fioletowe, wgłębione plamy pokryte nalotem struktur grzyba; w miejscach porażenia łodygi pękają, gniją i łamią się. Na liściach – ciemnobrązowe lub czarno-fioletowe, ograniczone nerwami kanciaste plamy, które stopniowo się łączą. Na pąkach kwiatowych – czarno-fioletowe smugi; silnie porażone pąki obumierają lub w ogóle się nie rozwijają. Na makówkach – czarno-fioletowe plamy pokryte oliwkowym nalotem struktur grzyba; makówki są drobne i zdeformowane, często jednostronnie rozwinięte; nasiona wewnątrz porażonych torebek są splecione strzępkami grzybni w grudki; silnie porażone makówki nie wykształcają nasion.</p>
<p>Szara pleśń (fot. 29–32)</p>	<p>Choroba występuje często na starszych roślinach uszkodzonych wcześniej przez inne czynniki (np. szkodniki, grad). Na łodygach – zagłębione, nieregularne, szarobrunatne plamy pokryte szarym nalotem (grzybnia, trzonki konidialne i zarodniki patogena); występuje na łodydze często tylko z jednej strony; od miejsca infekcji do makówki zielono-żółta smuga; powoduje deformacje, wyłamywanie się i zamieranie łodyg. Na liściach, pąkach kwiatowych i torebkach nasiennych – zagłębione, nieregularne, sinozielone do brunatnych plamy pokryte szarobrązowym nalotem (grzybnia, trzonki konidialne i zarodniki patogena); liście stopniowo żółkną, gniją i zamierają.</p>
<p>Zgnilizna twardzikowa</p>	<p>Występuje od fazy kwitnienia maku. Na łodygach – biało-szare, niekiedy koncentrycznie strefowane plamy w kątach liści, rozszerzające się na cały obwód pędu; wewnątrz, a często także na powierzchni łodyg gęsta, watowata, biała grzybnia oraz czarne, owalne przetrwalniki grzyba (sklerocja); pod plamami łodyga brunatnieje i zamiera. Liście brunatnieją i zamierają.</p>
<p>Zgorzel siewek</p>	<p>Porażone siewki początkowo żółkną, więdną, a następnie zamierają. Na korzeniach i na szyjce korzeniowej – zbrunatnienie i zgnilizna.</p>

Tabela 8. Cechy diagnostyczne wybranych chorób maku siewnego (Kralovic i Kolektiv 1975; Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorok 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Kryczyński i Weber 2011; Kotecki i wsp. 2020) – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne
Bakteryjna plamistość maku	Na liściach – wodniste, jasne, okrągłe plamy; plamy łączą się; liście żółkną i zasychają.
Bakterioza łodyg maku	W górnej części łodygi – podłużna plama, a po jej złamaniu wycieka szarobiały śluz o zapachu drożdży. Łodygi wyłamują się, więdną i zasychają. Liście wiotczeją, zwisają i zasychają.
Mozaika maku	Rośliny mają miotlasty pokrój. Łodygi są niższe w porównaniu ze zdrowymi. Na liściach – marmurkowane plamistości; liście stopniowo żółkną, a nerwy pozostają zielone; liście kruche, sztywne, prostopadłe wyprostowane. Kwiatostany – zdeformowane. Torebki nasienne – zdrobniałe. Nasiona są bardzo słabo wykształcone, przypominają rdzawy pył.
Żółtaczka maku	Porażone rośliny są jaśniejsze. Łodygi są wyższe w porównaniu ze zdrowymi; wyginają się w górnej części. Na liściach – drobne, chlorotyczne plamki pomiędzy nerwami. Torebki nasienne – wydłużone, wygięte, pofałdowane, z mozaikowymi plamami; często pękają podłużnie.



Fot. 17. Czarna plamistość maku – objawy na liściach (fot. M. Korbas)



Fot. 18. Czarna plamistość maku – objawy na torebkach nasiennych (fot. M. Korbas)



Fot. 19. Fuzarioza maku – objawy na liściach (fot. M. Korbas)



Fot. 20. Fuzarioza maku – objawy na pędach (fot. M. Korbas)



Fot. 21. Mączniak rzekomy maku – objawy na liściach od dolnej strony blaszki liściowej
(fot. M. Korbas)



Fot. 22. Mączniak rzekomy maku – struktury patogena na dolnej stronie blaszki liściowej
(fot. M. Korbas)



Fot. 23. Mączniak rzekomy maku – silnie porażony liść (fot. M. Korbas)



Fot. 24. Mączniak rzekomy maku – silnie porażona roślina, objawy na górnej stronie blaszki liściowej (fot. E. Jajor)



Fot. 25. Czarna zgorzel maku – objawy na liściach (fot. E. Jajor)



Fot. 26. Czarna zgorzel maku – objawy na pędach (fot. M. Korbas)



Fot. 27. Czarna zgorzel maku – wyłamywanie się pędów (fot. M. Korbas)



Fot. 28. Czarna zgorzel maku – objawy na torebkach nasiennych (fot. M. Korbas)



Fot. 29. Szara pleśń – struktury grzyba na blaszce liściowej (fot. M. Korbas)



Fot. 30. Szara pleśń – struktury grzyba na pąku kwiatowym (fot. E. Jajor)



Fot. 31. Szara pleśń – całkowicie porażony pąk kwiatowy (fot. M. Korbas)



Fot. 32. Szara pleśń – struktury grzyba na pąku kwiatowym (fot. E. Jajor)

5.2. Niechemiczne metody ochrony

Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna polega na ograniczaniu obecności sprawców chorób przede wszystkim przez prawidłowe i terminowe wykonywanie wszystkich czynności związanych z przygotowaniem gleby i prowadzeniem uprawy maku (Häni i wsp. 1998; Kryczyński i Weber 2010; Kotecki i wsp. 2020).

Mak jest rośliną o dużych wymaganiach agrotechnicznych i aby uzyskać wysokie plony, wszystkie zabiegi uprawowe muszą być wykonane terminowo i bardzo starannie (Szymanowska i wsp. 2000; Wałkowski 2005). Szereg zabiegów agrotechnicznych, obok wysiewu zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego, a także ochrona przy użyciu fungicydów, są dostępnymi aktualnie metodami stosowanymi w uprawie maku, w celu zapobiegania i przeciwdziałania występowaniu czynników chorobotwórczych i strat w plonie. Należy podkreślić, że zagrożenie ze strony organizmów chorobotwórczych w uprawie maku nierzadko jest duże. Dlatego ważne jest kompleksowe stosowanie tych metod, aby zmniejszyć ryzyko ewentualnego porażenia maku przez patogeny.

Ważnymi elementami metody agrotechnicznej są odpowiednia lokalizacja uprawy, płodozmian oraz terminowa i staranna uprawa roli (Kotecki i wsp. 2020).

Wielu autorów wskazuje na konieczność przestrzegania odpowiedniego zmianowania między innymi w celu uniknięcia infekcji przez liczne gatunki grzybów np. sprawców czarnej plamistości liści, pleosporozy, mączniaka rzekomego maku, szarej pleśni i innych, z porażonych w poprzednich latach resztek poźniwnych (Kotecki i wsp. 2020). Głównym celem starannej uprawy jest takie przygotowanie gleby, które zapewni optymalne warunki do wschodów. Resztki roślinne, jako potencjalne źródło infekcji, powinny być zawsze starannie niszczone i głęboko przyorane. Przerwa w uprawie maku powinna być jak najdłuższa i wynosić przynajmniej 4–5 lat. Odpowiedni płodozmian, w tym dobór właściwych przedplonów, ma znaczenie również przy ograniczaniu występowania grzybów: *S. sclerotiorum* i *B. cinerea*, które porażają wiele gatunków roślin uprawnych, w tym mak. Jest to ważne ze względu na obecne w glebie sklerocja tych grzybów lub inne struktury, które mogą zachować żywotność, czyli zdolność do zakażenia roślin żywicielskich, przez wiele lat (Kryczyński i Weber 2011).

Właściwa dostępność licznych składników pokarmowych powoduje zwiększoną odporność roślin na porażenie przez patogeny znajdujące się w glebie i w powietrzu. W tym kontekście podkreślenia wymaga znaczenie zrównoważonego nawożenia.

Wybór zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego daje pewność, że taki materiał jest wolny od zarodników i struktur różnych grzybów patogenicznych np. *Peronospora arborescens*, *Alternaria* spp., *Stemphylium herbarum*, *Ulocladium* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. i innych. Materiał siewny powinien być starannie oczyszczony, pozbawiony resztek zainfekowanych roślin i nasion, które są z reguły mniejsze, lżejsze lub pozlepiane strukturami patogenów. Materiał powinien pochodzić ze sprawdzonych plantacji, a przynajmniej ze zdrowych, dobrze wykształconych torebek nasiennych, czyli bez jakichkolwiek plamistości. Jest to w maku szczególnie ważne, ponieważ z jego nasionami może przenosić się wiele gospodarczo istotnych chorób, np. sprawców czarnej plamistości liści, mączniaka rzekomego czy pleosporozy maku. Patogeny w formie zarodników i grzybni znajdują się na powierzchni nasion, a niektóre z nich rozwijają się w postaci grzybni również w bielmie.

Optymalny termin i głębokość siewu oraz obsada roślin mają ważny wpływ na stan zdrowotny plantacji maku. Zbyt głęboki siew i duże zagęszczenie roślin zwiększają podatność na porażenie przez liczne organizmy chorobotwórcze. Szybkie wschody umożliwiają „uciekanie” wschodzących roślin przed porażeniem przez grzyby, powodujące przykładowo zgorzele siewek (Häni i wsp. 1998).

Na maku żeruje wiele szkodników, np. chowacz makówkowiec, pryszczarek makówkowiak, pawężnik makowy, zmienik dwukropek, które naruszają tkanki roślin. Uszkodzenia te umożliwiają wielu patogenom np. sprawcom szarej pleśni,

czy czarnej plamistości maku wnikanie do wnętrza roślin. Wałkowski (2005) w kontekście czarnej zgorzeli maku zaznacza, że opanowanie torebek maku przez sprawcę tej choroby ułatwia chowacz makówkowiec, ponieważ do kropli wyciekającego soku mlecznego przylepiają się zarodniki grzyba, które przerastają do wnętrza torebki.

Podczas wegetacji powinno się systematycznie usuwać i niszczyć porażone rośliny maku siewnego i maków dziko rosnących. Należą one bowiem do istotnych źródeł wtórnych infekcji wielu chorób np. mączniaka rzekomego (Kochman i Węgorzek 1997).

W celu redukcji potencjalnych źródeł infekcji powinno się również stosować odpowiednią izolację przestrzenną od innych plantacji maku. Nawet odpowiednia rozstawa rzędów może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka infekcji podczas wegetacji.

Terminowy zbiór w uprawie maku może mieć wpływ na jakość zebranych nasion. Okres pomiędzy osiągniętą dojrzałością nasion i zbiorem powinien być w miarę krótki, aby zminimalizować straty wynikające z rozwoju chorób oraz możliwości zasiedlenia nasion przez grzyby. W tabeli 9. zestawiono metody ograniczania występowania chorób powodowanych przez organizmy chorobotwórcze w uprawie maku.

Tabela 9. Najważniejsze metody ograniczania chorób maku siewnego

Choroba	Metody ograniczania
Czarna plamistość maku	dokładne zniszczenie resztek poźniwnych, prawidłowe zmianowanie, odpowiednie stanowisko, staranne przygotowanie gleby do siewu, zdrowy, kwalifikowany materiał nasienny, optymalny termin siewu, opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Fuzarioza maku	dokładne niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, usuwanie i niszczenie porażonych roślin, izolacja przestrzenna od innych plantacji maku, zwalczanie chwastów
Głownia liściowa maku	prawidłowe zmianowanie, dokładne niszczenie źródeł pierwotnej infekcji, stosowanie zdrowego, kwalifikowanego materiału siewnego
Mączniak prawdziwy maku	dokładne niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, unikanie zbyt gęstego siewu, zwalczanie chwastów, niszczenie maków dziko rosnących w sąsiedztwie plantacji, opryskiwanie przy użyciu fungicydów

Tabela 9. Najważniejsze metody ograniczania chorób maku siewnego – cd.

Choroba	Metody ograniczania
Mączniak rzekomy maku	dokładne niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, unikanie zbyt gęstego siewu, usuwanie i niszczenie porażonych roślin, izolacja przestrzenna od innych plantacji maku, zwalczanie chwastów, niszczenie maków dziko rosnących w sąsiedztwie plantacji, opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Pleosporoza maku (czarna zgorzel maku, sucha zgnilizna maku)	dokładne niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, usuwanie i niszczenie porażonych roślin, izolacja przestrzenna od innych plantacji maku, zwalczanie chwastów, zwalczanie szkodników
Szara pleśń	niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, prawidłowe zmianowanie, unikanie zbyt gęstego siewu, izolacja przestrzenna od innych plantacji maku, zwalczanie chwastów, opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Zgnilizna twardzikowa	staranna agrotechnika – głęboka orka, wysiew zdrowego, dobrze oczyszczonego materiału siewnego, prawidłowe zmianowanie (unikanie w zmianowaniu roślin będących żywicielami <i>S. sclerotiorum</i>)
Zgorzel siewek	prawidłowe zmianowanie, niszczenie resztek poźniwnych, zapewnienie optymalnych warunków do wschodów roślin, zdrowy materiał siewny, unikanie zbyt gęstego siewu, unikanie gleb ciężkich, podmokłych, zaskorupiających się
Bakteriozy	niszczenie resztek poźniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, prawidłowe zmianowanie, unikanie zbyt gęstego siewu, odpowiednia rozstawa rzędów, usuwanie i niszczenie porażonych roślin
Choroby wirusowe	wysiew zdrowego materiału siewnego, zwalczanie maków dziko rosnących w sąsiedztwie, zwalczanie wektorów, izolacja przestrzenna od innych podatnych gatunków roślin, niszczenie chwastów

Metoda hodowlana

Skuteczność oddziaływania zabiegów agrotechnicznych na ograniczanie patogenów zależy w znacznej mierze od jakości materiału siewnego, jednego z podstawowych czynników produkcji. Dobry i zdrowy, czyli wolny od organizmów chorobotwórczych, kwalifikowany materiał siewny o wysokiej wartości użytkowej zapewnia, od początku wegetacji, prawidłowy wzrost i rozwój roślin oraz w przypadku plantacji nasiennych, wysoki plon nasion.

W praktyce metoda hodowlana realizowana jest poprzez wybór odmian o możliwie największej odporności na porażenie przez sprawców chorób (Häni i wsp. 1998). Plantator, przewidując potencjalne zagrożenie na podstawie wiedzy o patogenach występujących w danym rejonie, może z dużym wyprzedzeniem zadziałać, wybierając odmianę o podwyższonej odporności na te organizmy. W ten sposób ogranicza się istotnie problemy związane z wystąpieniem chorób.

Plantatorzy mają do dyspozycji zarejestrowanych 6 odmian maku siewnego (Hodowli Roślin Strzelce). Ostatni raz odmiany maku były badane w doświadczeniach polowych WGO (Wartość Gospodarcza Odmian) w latach 2010–2011. Obserwowano porażenie przez sprawców czarnej zgorzeli maku i czarnej plamistości maku. Ogólnie wyniki oceny porażenia na wymienione czynniki chorobotwórcze wskazują, że odmiany wysokomorfinowe charakteryzują się większą odpornością (tab. 10).

Tabela 10. Porażenie odmian maku (WGO 2010–2011) w badaniach COBORU (w skali 1–9: gdzie 9 oznacza mniejsze porażenie, a 1 największe porażenie)

Lp.	Odmiany rzepaku	Czarna zgorzel maku	Czarna plamistość maku
1.	Mieszko	5,9	6,2
2.	Rubin	5,5	6,2
3.	Agat	5,4	5,7
4.	Borowski Biały	7,1	7,0
5.	Lazur (odmiana o wysokiej zawartości morfiny)	6,3	7,2
6.	Morfeusz (odmiana o wysokiej zawartości morfiny)	7,1	7,5

Źródło: www.coboru.pl

Metoda biologiczna

Ważną pozycję w integrowanej ochronie zajmuje metoda biologiczna. Polega ona na zwalczaniu patogenów przy użyciu czynników biologicznych, a są to między innymi organizmy antagonistyczne, nadpasożytnicze lub środki pochodzenia naturalnego (Kryczyński i Weber 2010). Najczęściej, jako czynniki biologiczne stosuje się mikroorganizmy, które naturalnie występują na roślinach lub w ich otoczeniu, nie są dla nich patogeniczne i charakteryzują się stabilnością genetyczną, łatwością hodowli, trwałością oraz odpornością na różne warunki środowiska, działanie patogenów czy też chemicznych środków ochrony roślin (Sobiczewski 2009).

W Polsce nie ma aktualnie zarejestrowanych środków biologicznych, które mogłyby być użyte do zwalczania patogenów maku. Jednak pośrednio ta metoda może być zastosowana poprzez wzbogacenie życia mikrobiologicznego przy pomocy nawożenia organicznego. W nawozach organicznych znajdują się liczne grzyby, bakterie i promieniowce. Wśród nich często są też organizmy mające zdolność niszczenia patogenów powodujących choroby. Przykładowo tymi organizmami mogą być grzyby rodzaju *Trichoderma*, czy bakterie z rodzaju *Bacillus*.

Do ograniczania rozwoju ważnych gospodarczo chorób maku np. czarnej plamistości maku i mączniaka rzekomego w innych krajach stosowany jest środek biologiczny – Polyvesum WP zawierający *Pythium oligandrum*, przeznaczony do ochrony strefy korzeniowej i nadziemnej przed chorobami. *Pythium oligandrum* jest nadpasożytem, rozkłada strzępki grzybów patogenicznych poprzez rozkład enzymatyczny, stymulując jednocześnie mechanizmy odpornościowe chronionej rośliny, na skutek wprowadzania do nich fitohormonów oraz fosforu i cukrów. Stymulacja ta rozpoczyna się podczas bezpośredniego kontaktu grzybni i tkanki roślin.

5.3. Chemiczne metody ochrony

Podstawą integrowanej ochrony roślin jest stosowanie metod niechemicznych, a dopiero w sytuacji, gdy te metody okażą się niewystarczające można przystąpić do wyboru chemicznego środka grzybobójczego. Zgodnie z zaleceniami dyrektywy unijnej należy stosować fungicydy niskiego ryzyka i w takich dawkach, aby wykazywały jak najmniejsze właściwości toksyczne dla ludzi, zwierząt i środowiska. Fungicydy mogą wykazywać działanie zapobiegawcze, interwencyjne i wyniszczające. Źródłem wielu informacji dotyczących cech fungicydu, okresów karencji i prewencji, toksyczności, dawek, a także ryzyka stwarzanego dla środowiska (w tym wodnego) jest etykieta stosowania środka ochrony roślin.

W integrowanej ochronie przed sprawcami chorób ważnym i skutecznym zabiegiem jest zaprawianie nasion. Chroni ono kiełkujące, delikatne rośliny we wczesnych fazach wzrostu przed infekcją ze strony organizmów bytujących w glebie, na chwastach lub samosiewach, jak i znajdujących się na powierzchni lub wewnątrz nasion (np. zgorzel siewek). Nasiona należy zaprawiać bezpośrednio przed siewem, bowiem zbyt wczesne zaprawienie może obniżyć zdolność kiełkowania nasion.

W okresie wegetacji ważnym etapem ochrony chemicznej, z uwagi na liczne zagrożenia ze strony organizmów chorobotwórczych w maku siewnym, jest opryskiwanie przy użyciu fungicydów. Termin wykonania zabiegu zależy od fazy rozwojowej roślin oraz biologii patogenów, które w danym okresie powodują największe szkody. Do zwalczania najważniejszych chorób w uprawie maku zarejestrowanych jest obecnie kilka fungicydów. Zawierają one substancje czynne

z grupy chemicznej strobiluryn: azoksystrobina i fluksystrobina, z grupy chemicznej triazole: dienokonazol, protiokonazol i tebukonazol oraz z grupy chemicznej karboksyamidy – fluopyram. Istnieje również możliwość regulacji pokroju roślin maku przy użyciu fungicydów zawierających paklobutrazol. Fungicydy najlepiej stosować zaraz po wystąpieniu pierwszych objawów choroby, szczególnie w warunkach podwyższonej wilgotności, która sprzyja rozwojowi większości patogenów.

Środki grzybobójcze wymagają dokładnego naniesienia cieczy użytkowej na chronione części maku. W tym celu do aplikacji fungicydów zaleca się stosowanie rozpylaczy, które wytwarzają drobne krople. Zabieg należy przeprowadzić, gdy siła wiatru nie przekracza 4 m/s, a temperatura nie przekracza 25°C. Fungicydy triazolowe powinny się stosować w temperaturze powyżej 12°C. Należy zwrócić uwagę aby pasy kolejnych przejazdów opryskiwania nie zachodziły na siebie. Z uwagi na konieczność ochrony organizmów pożytecznych i negatywnego oddziaływania słońca na rośliny w czasie opryskiwania, zabiegi najlepiej wykonywać wieczorem.

Wszystkie potrzebne dane na temat zarejestrowanych zapraw i fungicydów można uzyskać na stronie www.minrol.gov.pl.

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

W warunkach agroklimatycznych Polski mak jest uprawą małoobszarową, niemniej plantacje może uszkadzać kilka gatunków szkodliwych owadów (tab. 11). Niewielki areal uprawy, jak i inne czynniki powodują, że szkodniki maku zwykle nie występują masowo i obecnie z wyjątkiem mszyc i mączlików najczęściej nie tworzą one licznych populacji. Jednak ze względu na predyspozycje owadów do pojawów gradacyjnych, w sprzyjających warunkach agrometeorologicznych, wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia tych szkodników, szczególnie w lata wyjątkowo ciepłe i suche. Aktualnie poważniejsze zagrożenie w uprawie maku stanowią mszyce, tuszel makowiec, pawężnik makowy, chowacz makówkowiec i ptaki, a w ostatnich latach również pojawiający się coraz liczniej mączlik warzywny.

Tabela 11. Znaczenie szkodników maku w Polsce

Szkodnik	Znaczenie
Mszyca burakowa (<i>Aphis fabae</i>)	++
Tuszel makowiec (<i>Stenocarus ruficornis</i>)	++
Pawężnik makowy (<i>Timaspis papaveris</i> = <i>Iraella luteipes</i>)	++
Chowacz makówkowiec (<i>Ceutorhynchus macula-alba</i>)	++
Ptaki (<i>Aves</i>)	++
Mączlik warzywny (<i>Aleyrodes proletella</i>)	++
Pryszczarek makówkowiak (<i>Dasineura papaveris</i>)	+
Zmienik dwukropek (<i>Calocoris norvegicus</i>)	+
Pędraki (<i>Rutelidae</i>)	+
Rolnice (<i>Agrotinae</i>)	+
Gąsienice motyli (<i>Lepidoptera</i>)	+
Gryzonie (<i>Rodentia</i>)	+

++ szkodnik ważny + szkodnik o znaczeniu lokalnym

Wśród szkodników maku należących do pluskwiaków równoskrzydłych zagrożenie mogą stanowić mszyce – głównie mszyca burakowa (*Aphis fabae* Scop.) (fot. 33 i 34), rzadziej brzoskwiniowa (*Myzus persicae* Sulz.) (Szelegiewicz 1968; Holman 2009; Kotecki i wsp. 2020). Mszyce zasiedlają rośliny maku od fazy rozety liściowej do stadium dojrzałości zielonej torebek (fot. 34). Mogą żerować na wszystkich częściach rośliny wysysając soki z tkanek i powodując deformacje i zwijanie liści czy zdrobnienie makówek, które przedwcześnie zasychają. Pośrednio mszyce w charakterze wektorów mogą przenosić wirusy maku (Horvath i Besada 1975). Z kolei uszkodzone w miejscach żerowania mszyc tkanki roślin mogą być wtórnie porażane przez sprawców chorób. Najszybciej populacje mszyc rozmnażają się podczas suchej i umiarkowanie cieplej pogody. Ostatnie ciepłe lata spowodowały, że na plantacjach maku coraz liczniej i powszechniej zaczął pojawiać się mączlik warzywny (*Aleyrodes proletella* L.) (fot. 35), którego szkodliwość jest podobna, jak w przypadku mszyc. Natomiast spośród pluskwiaków różnoskrzydłych lokalnie w większym nasileniu może pojawiać się zmienik dwukropek (*Calocoris norvegicus* Gmelin) żerujący na liściach, pędach i kwiatach maku. Zarówno osobniki dorosłe, jak i larwy zmieników wysysają soki z tkanek rośliny, powodując deformacje i zasychanie jej fragmentów (Wałkowski 2005).

Na plantacjach maku szkody mogą wyrządzać chrząszcze z rodziny ryjkowcowatych (Curculionidae). Tuszel makowiec (*Stenocarus ruficornis* Steph.) swój



Fot. 33. Mszyca burakowa na liściu (fot. P. Strażyński)



Fot. 34. Mszyca burakowa na makówce (fot. T. Klejdysz)



Fot. 35. Mączlik warzywny (fot. P. Strażyński)

rozwój odbywa na maku polnym (*Papaver rhoeas* L.) i maku lekarskim (*P. somniferum* L.). Największe szkody powoduje żerowanie chrząszczy na roślinach w okresie od fazy wschodów do fazy 4–5 liścia (Schreier 1998). Pod wpływem uszkodzeń dochodzi często do całkowitego zniszczenia lub silnego osłabienia młodych roślin. Od maja do lipca samice tuszela składają pojedyncze jaja pod skórką liścia, ogonka liściowego lub szyjki korzeniowej. W ciągu doby jedna samica może złożyć do 20 jaj, a w ciągu życia do 150 sztuk. Larwa po wylęgu początkowo drąży kręte chodniki w blaszce liściowej, rzadziej szerszą minę, a następnie wygryza otwór, przez który spada na ziemię. Po dotarciu do korzenia żywi się tkankami jego zewnętrznej warstwy, wygryzając krótkie rynienki lub jamki długości 3–6 cm. Natomiast larwa żerująca w ogonku liściowym lub szyjce korzeniowej przemieszcza się wydrążonym przez siebie chodnikiem do korzenia, a następnie żeruje w jego wnętrzu. Niekiedy w jednym korzeniu może żerować do 20 larw. W czerwcu i lipcu larwy wędrują do gleby, w której formują komorę poczwarkową. Stadium poczwarki trwa od 2 do 3 tygodni, szkodnik rozwija jedno pokolenie w ciągu roku (Stanev 1960; Nespiak i Opyrchałowa 1979; Wałkowski 2005; Rotrekl 2010; Bečka i wsp. 2014; Kotecki i wsp. 2020). Z kolei chowacz makówkowiec (*Ceutorhynchus macula-alba* Germar) jest ciepłolubnym ryjkowcem występującym głównie na gliniastych i piaszczysto-marglistych glebach. Często spotykany jest na polach, przydrożach, ciepłych zboczach i w ogrodach. W Europie Środkowej żyje wyłącznie na maku lekarskim (*P. somniferum* L.) i maku polnym (*P. rhoeas* L.). Dorosłe chrząszcze spotyka się na roślinach od połowy maja do lipca. Po kopulacji samice wygryzają otwór w ściance torebki nasiennej, przez który składają do jej wnętrza 7–8 jaj. Larwy chowacza makówkowiec żerują w torebkach na niedojrzałych nasionach. W jednej dojrzewającej torebce może występować do 20 larw. Pod koniec żerowania wewnątrz torebki zwykle ulega zapleśnieniu na skutek nagromadzenia odchodów larw lub jest ona wtórnie porażana przez sprawców chorób maku. Wyrosnięte, dorosłe larwy przegryzają ściany torebki i spadają na ziemię, w której się przepoczwarczają (fot. 36) (Nespiak i Opyrchałowa 1979; Wałkowski 2005; Laštůvka 2009).

Pawężnik makowy (*Timaspis papaveris* Kief. = *Iraella luteipes* Thomson) to niewielka błonkówka długości około 3 mm z rodziny galasówkowatych (Cynipidae) (fot. 37). Na plantacjach maku pojawia się od końca kwietnia do początku lipca. W czerwcu samice pawężnika składają jaja pod skórką lub w wiązki sitowo-naczyniowe łądyg. Żółto-białe larwy żerują wewnątrz łądyg (fot. 38), przez co ograniczone zostaje krążenie substancji odżywczych do górnych partii roślin i są one bardziej podatne na złamanie. Z kolei torebki opanowanych przez larwy pawężnika roślin żółkną i przedwcześnie zasychają, wykształcając drobne nasiona o niskiej wartości handlowej. Pawężnik makowy w warunkach agroklimatycznych Polski rozwija jedno pokolenie w ciągu roku – także na innych gatunkach z rodziny makowatych (Šedivý i Cihlař 2005; Wałkowski 2005).



Fot. 36. Otwory w makówce wygryzione przez larwy chowacza makówkowca (fot. P. Strażyński)



Fot. 37. Pawężnik makowy (fot. T. Klejdysz)



Fot. 38. Larwy pawężnika makowego (fot. A. Bartkowski)

Przyszczonek makówkowiak (*Dasineura papaveris* Winn.) to muchówka z rodziny przyszczonekowatych (Cecidomyiidae). Szkodliwe są jej żółto-pomarańczowe larwy żerujące nawet po kilkadziesiąt wewnątrz torebek. Z zewnątrz makówka wygląda normalnie, ale wewnątrz tworzą się galasy, przegrody torebki są nabrzmięte, a między nimi widać żerujące larwy. Uważa się, że samice przyszczonek makówkowiaka do składania jaj wykorzystują otwory w makówkach wygrzyzione wcześniej przez chowacza makówkowca, jednak nie wiadomo, czy jest to ścisła zależność (Barnes 1949; Wałkowski 2005; Ellis 2020).

Obecnie jednym z poważniejszych zagrożeń w uprawie maku są ptaki (szczególnie wróblowate), które uszkadzają torebki w celu dostania się do nasion. Przez powstałe otwory mogą osypywać się pozostałe nasiona, co prowadzi do znacznego ubytku plonu (fot. 39).

Zmiany klimatu i coraz powszechniej stosowane uproszczenia uprawy to czynniki zwiększające w ostatnich latach presję ze strony wielożernych szkodników glebowych. W uprawie maku szkodliwe mogą być głównie gąsienice rolnicze oraz pędraki żerujące na podziemnych częściach roślin. Lokalnie mogą pojawiać się gąsienice motyli żerujące na nadziemnych częściach maku, głównie liściach (Ostrovskii i Drozdovskaya 1970).



Fot. 39. Makówka uszkodzona przez ptaki (fot. P. Strażyński)

Wiele czynników, głównie klimatycznych i związanych z technologią uprawy może powodować dynamiczne zmiany w występowaniu i szkodliwości poszczególnych gatunków szkodników. Wzrost temperatur sprzyja gatunkom ciepłolubnym wpływając bezpośrednio na tempo ich rozwoju i zwiększając liczbę generacji. Szkodliwe mogą się stać gatunki, które dotychczas nie miały większego znaczenia gospodarczego, lub mogą pojawiać się zupełnie nowe gatunki szkodników (Mrówczyński i wsp. 2006). Dlatego istotą właściwej oceny zagrożenia jest znajomość morfologii i podstawowych elementów biologii danego gatunku szkodnika, w tym m.in. potencjalnych terminów jego występowania na uprawie (rys. 1).

6.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona ochrona maku powinna zakładać szerokie spektrum metod agrotechnicznych. Coraz powszechniej stosowane uproszczenia w uprawie roli, w powiązaniu ze zmianami klimatycznymi stwarzają sprzyjające warunki dla rozwoju szkodników. Właściwe przestrzeganie podstawowych zaleceń agrotechnicznych pozwala skutecznie ograniczyć presję niektórych gatunków szkodników i jest kluczowym elementem programu integrowanej ochrony maku przed szkodnikami (tab. 12).

	MSZYCA BURAKOWA						
	MĄCZLIK WARZYWNY						
	ZMIENIK DWUKROPEK						
	TUSZEL MAKOWIEC						
	PAWĘŻNIK MAKOWY			CHOWACZ MAKÓWKOWIEC			
				PRYSZCZAREK MAKÓWKOWIAK			
				PTAKI			
	GAŚNIENICE USZKADZAJĄCE LIŚCIE						
	SZKODNIKI GLEBOWE						
Kiełkowanie 00-09	Rozwój liści 10-19	Wzrost pędu 21-39	Rozwój kwiatostanu 51-59	Kwitnienie 61-69	Rozwój owoców i nasion 71-79	Dojrzwianie owoców i nasion 80-89	Zamieranie 91-99

Rys. 1. Terminy występowania najważniejszych szkodników maku

Tabela 12. Niechemiczne metody ograniczania liczebności szkodników maku

Szkodnik	Metody i sposoby ochrony
Mszyce	wczesny siew, zrównoważone nawożenie (głównie N), ograniczanie zachwaszczenia, izolacja przestrzenna od roślin okopowych, bobowatych oraz zadrzewień
Mączlik warzywny	izolacja przestrzenna od roślin kapustowatych, ograniczanie zachwaszczenia
Zmienik dwukropek	właściwy płodozmian, podorywki, ograniczanie zachwaszczenia
Tuszel makowiec	ograniczanie chwastów makowatych
Chowacz makówkowiec	ograniczanie chwastów makowatych
Pawężnik makowy	ograniczanie chwastów makowatych
Pryszczarek makówkowiak	ograniczanie chwastów makowatych
Ptaki	odstraszanie mechaniczne
Szkodniki glebowe	właściwy płodozmian, podorywki, talerzowanie, ograniczanie zachwaszczenia, głęboka orka jesienna

Metoda agrotechniczna

Jednym z podstawowych założeń integrowanej ochrony upraw w maku przed szkodnikami są działania o charakterze prewencyjnym, oparte przede wszystkim na prawidłowej agrotechnice. Prawidłowa agrotechnika i uzupełnienie ewentualnych składników mineralnych poprawi kondycję roślin w początkowych fazach wzrostu, gdy są wyjątkowo wrażliwe na atak ze strony poszczególnych gatunków agrofagów. Dodatkowo szybszy wzrost pozwoli zagłuszyć chwasty, które często stanowią bazę pokarmową dla niektórych szkodników (fot. 40). Właściwa uprawa przedsiewna i późniwna ogranicza zagrożenie ze strony szkodników, szczególnie glebowych i tych, których stadia zimują w glebie.

Odpowiednie kroki ograniczające potencjalne szkody powodowane przez poszczególne gatunki agrofagów można podjąć także na etapie wysiewania nasion. Szybsza początkowa wegetacja roślin pozwala wyprzedzić okres największego zagrożenia ze strony szkodników, szczególnie groźnych dla wschodów. Istotna jest także obsada roślin. Zbyt gęsty siew ułatwia szkodnikom rozprzestrzenianie się, natomiast zbyt rzadki sprzyja zachwaszczeniu. Bardzo ważny jest także termin zbioru – zbyt późny stwarza ryzyko powstawania większych strat, zwłaszcza w jakości plonu.

Po zbiorach ważną rzeczą jest wykonanie zespołu uprawek późniwnych, mających na celu dokładne rozdrobnienie pozostałości roślinnych (miejsc



Fot. 40. Kolonia mszycy burakowej na maku polnym (fot. P. Strażyński)

zimowania i rozwoju niektórych szkodników), ograniczenie nasion chwastów, w tym wieloletnich. Uprawę późniejszą powinna kończyć głęboka orka jesienią, która ma zadanie fitosanitarne. Gruba warstwa gleby przykrywa zimujące stadia szkodników, nasiona chwastów i zarodniki grzybów. Wydobywa także na powierzchnię te znajdujące się głębiej, wystawiając je na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych. Przy okazji mechanicznie niszczone są szkodniki glebowe.

Metoda hodowlana

W metodzie hodowlanej nacisk położony jest na wybór odmian bardziej odpornych i tolerancyjnych na działanie agrofagów. Istotny jest również dobór odpowiednich odmian pod kątem wymagań glebowych i klimatycznych, ponieważ właściwe warunki wzrostu i rozwoju roślin skutecznie pozwalają ograniczyć ryzyko strat powodowanych również przez szkodniki.

Metoda biologiczna

Metody biologiczne oparte są na stosowanych w ochronie roślin środkach biologicznych i biotechnicznych – wykorzystuje się np. bakterie *Beauveria bassiana* do kontroli populacji pawężnika makowego (Quesada-Moraga i wsp. 2009). Wykorzystuje się również opór środowiska, czyli wpływ organizmów pożytecznych w naturalnym ograniczaniu agrofagów. Dlatego jedną z metod ochrony biologicznej jest stwarzanie organizmom pożytecznym dobrych warunków bytowania z zachowaniem prawidłowych stosunków w agrocenozie. Więcej informacji w rozdziale „Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych w integrowanej ochronie”.

6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Podstawowym elementem prawidłowo wyznaczonego terminu zwalczania jest monitoring nalotów oraz liczebności szkodników. Prowadzi się go w oparciu o lustracje wzrokowe, czerpakowanie czy tablice lepowe, a w przypadku szkodników glebowych poprzez przesiewanie gleby. Podstawową metodą lustracji plantacji jest lustracja wzrokowa (obchód pieszko). W zależności od kształtu pola, powinna obejmować brzeg oraz dwie przekątne plantacji. W zależności od gatunku agrofaga, należy sprawdzić średnią liczbę szkodników na 1 m² lub na 100 losowo wybranych roślinach. Obserwacje takie należy przeprowadzić w kilku miejscach plantacji. Pomocną metodą może być czerpakowanie. To łatwy i szybki sposób wstępnej oceny składu gatunkowego oraz liczebności owadów, znajdujących się na danej plantacji. Ten sposób monitoringu, przy prawidłowym zastosowaniu, pozwala w stosunkowo krótkim czasie uzyskać wstępne informacje nie tylko o szkodnikach, ale również o innych owadach, w tym pożytecznych znajdujących się na plantacji. Należy jednak pamiętać, iż metoda ta nie jest precyzyjna i w razie wykrytego zagrożenia powinno się przeprowadzić bardziej szczegółowe lustracje plantacji. Dla potrzeb wstępnej oceny należy wykonać 25 uderzeń czerpakiem entomologicznym od brzegu plantacji wchodząc w jej głąb. Czerpakowanie należy zawsze przeprowadzić w miejscu najbardziej narażonym na naloty szkodników, na przykład od strony ubiegłorocznej lokalizacji danej uprawy. Obserwacje nad występowaniem szkodników glebowych polegają na przesianiu gleby z kilku miejsc, z wykopanych dołków o wymiarach 25 × 25 cm oraz głębokości 30 cm.

Monitoring należy prowadzić zarówno w celu określenia momentu nalotu i liczebności owadów szkodliwych na plantację, jak również po zabiegu w celu sprawdzenia skuteczności zwalczania. W przypadku niezadowalającej skuteczności, wystąpienia odporności lub przedłużających się nalotów owadów szkodliwych takie postępowanie daje możliwość szybkiej reakcji i w miarę potrzeby

powtórzenia zabiegu. Ze względu na wiele czynników determinujących występowanie szkodników monitoring należy prowadzić na każdej plantacji. Prowadzenie prawidłowych lustracji wymaga wiedzy na temat morfologii i biologii szkodników. Niezależnie od stosowanej metody monitoringu wyniki obserwacji powinny być zapisywane.

Progi ekonomicznej szkodliwości powinny stanowić fundamentalną podstawę racjonalnej ochrony. Zgodnie z dyrektywą 128/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy ustanawiającą wytyczne wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, Państwa Członkowskie Unii Europejskiej, a więc i Polska, były zobowiązane do opracowania, do dnia 1 stycznia 2014 r., krajowej strategii upowszechniania i wdrożenia ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin wśród wszystkich użytkowników środków ochrony roślin. Ustalenie progów szkodliwości dla danego szkodnika na danej uprawie wymaga bardzo wielu obserwacji i kilkuletnich doświadczeń. W przypadku maku szczególnie progi szkodliwości dla poszczególnych gatunków agrofagów nie są, na chwilę obecną, opracowane. Działania ochronne należy podjąć w momencie pojawienia się szkodnika.

Stały monitoring jest niezbędny przy ustalaniu optymalnego terminu zabiegu z uwagi na ciągłe działanie wielu czynników środowiskowych i tylko obserwacje bezpośrednie pozwalają ocenić rzeczywiste zagrożenie ze strony szkodników (Pruszyński i Wolny 2009). Zagrożenie może być zmienne, w zależności od warunków klimatycznych, ukształtowania terenu, fazy rozwojowej rośliny, liczebności wrogów naturalnych czy nawet poziomu nawożenia.

Integrowane programy ochrony roślin wymagają od rolnika sporej wiedzy i doświadczenia, począwszy od identyfikacji szkodnika, przez elementy rozwoju i miejsc bytowania do sposobów jego ograniczania i likwidacji. Informacje o biologii szkodnika, dane z poprzednich lat o jego występowaniu w danym rejonie w powiązaniu z wiedzą o sposobach ograniczania strat mogą pomóc w podjęciu decyzji o zabiegu. Korzyści z wiedzy na temat nowoczesnych metod ochrony roślin mają wymiar nie tylko ekonomiczny. Brak konieczności stosowania zabiegów chemicznego zwalczania szkodników jest również korzystny dla środowiska.

6.4. Systemy wspomaganie decyzji

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

Internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów (<https://www.agrofagi.com.pl/>) prowadzona przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy i instytucje partnerskie zawiera m.in. wyniki monitorowania w wybranych lokalizacjach poszczególnych stadiów rozwojowych agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego. Jeśli w danym przypadku zostanie przekroczony próg ekonomicznej szkodliwości, system wskazuje na konieczność wykonania zabiegu. Ponadto system zawiera część instruktażową, dzięki której można prawidłowo kontrolować plantacje i podejmować decyzje o optymalnym terminie zabiegu. Dla każdego gatunku agrofaga podano podstawowe informacje o jego morfologii, biologii oraz metodach prowadzenia obserwacji polowych, a także wartości progów ekonomicznej szkodliwości.

6.5. Chemiczne metody ochrony

Decydując się na zastosowanie środka ochrony roślin należy przeanalizować liczbę i rodzaj zabiegów wykonanych w latach wcześniejszych. Ma to szczególne znaczenie w aspekcie uodparniania się owadów na substancje z różnych grup chemicznych zawartych w insektycydach. Z uwagi na występowanie szkodników zwykle w dużej liczebności, istnieje ryzyko uodpornienia się części lub całej populacji na daną substancję czynną. Dlatego stosowanie przemienne środków z różnych grup chemicznych skutecznie ogranicza wyselekcjonowanie populacji odpornej. Dla sporej grupy szkodników nie opracowano jeszcze metod alternatywnych. Stosując chemiczne środki ochrony roślin należy postępować zgodnie z instrukcją stosowania zawartą na etykiecie, w sposób nie zagrażający użytkownikowi i środowisku (także wodnemu) oraz mając na uwadze zakres temperatur optymalny dla działania danego środka.

Nie wolno stosować dawek wyższych niż zalecane i na uprawach innych niż wymienione w etykiecie środka ochrony roślin. Dawkę niższą można zastosować tylko na własną odpowiedzialność, pamiętając równocześnie o tym, że producent w takim przypadku nie ponosi odpowiedzialności za brak skuteczności zabiegu. Stosowanie niższych dawek może także przyspieszać proces wytwarzania przez agrofagi ras odpornych. Należy także przygotowywać taką ilość cieczy użytkowej, która jest konieczna i wystarczająca do zwalczania danego gatunku agrofaga na określonej powierzchni uprawy i danym sprzętem – ważne jest, by cała ilość cieczy została zużyta podczas zabiegu.

Zmniejszenie liczby zabiegów oraz ich częstotliwości można ograniczyć poprzez łączne stosowanie różnych środków ochrony roślin i nawozów płynnych. Należy jednak pamiętać, że niektóre właściwości poszczególnych substancji mogą okazać się po zmieszaniu silniejsze. Dlatego przed podjęciem decyzji należy koniecznie uzyskać informacje potwierdzające taką możliwość w praktyce. Bardziej szczegółowe dane można znaleźć w etykiecie danego środka ochrony roślin, u producenta lub w odpowiedniej instytucji naukowo-badawczej.

Naturalni wrogowie (drapieżcy i pasożyty) nie są w stanie w sposób ciągły redukować liczebności populacji szkodników do poziomu poniżej progów ekonomicznej szkodliwości. Jednak integrowana ochrona zakłada prowadzenie ochrony racjonalnej, tzn. w sposób maksymalnie wykorzystujący działalność pożytecznej entomofauny:

- odstępowanie od zabiegów gdy szkodnik nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych (można uwzględnić ograniczenie zabiegu do brzegów plantacji);
- stosowanie selektywnych środków ochrony roślin w odpowiednim terminie (lub mieszanin, w tym z nawozami);
- miedze, zarośla śródpolne są siedliskiem wielu gatunków pożytecznych owadów, a także gryzoni i ptaków.

W uprawach maku, z uwagi na najliczniej występujące gatunki szkodników, pojawiać się mogą następujące czynniki biologiczne: wirusy, bakterie, grzyby owadobójcze, biedronki, złotooki, bzygowate, muchówki z rodzaju *Aphidoletes*, gąsieniczniki, pająki, gryzonie i ptaki zjadające chrząszcze (i ich larwy) oraz gąsienice.

Aktualnie w Polsce nie ma zarejestrowanych insektycydów przeznaczonych do stosowania w uprawie maku.

Światowym liderem w produkcji maku są od wielu lat Czechy, gdzie stosuje się chemiczną ochronę plantacji przed szkodnikami i dopuszczonych do stosowania jest kilka insektycydów zawierających m.in. z grupy karbaminianów – pirymikarb zwalczający mszyce, z grupy pyretroidów – zeta-cypermetyrynę zwalczającą mszyce, deltametrynę i cypermetyrynę zwalczające tuszela makowca oraz z grupy neonikotynoidów – acetamipryd zwalczający przyszczarka makówkowiaka (Havel 2018).

7. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

7.1. 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 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:

- mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji;
- miejscem występowania skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz różne miejsca na plantacji;
- pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone;
- z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego lub kilku gatunków;
- na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania;
- na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd lub tą 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 płodozmiar, w którym zboża stanowią maksymalnie 50% uprawianych roślin w cyklu rotacji. Wysiew różnych upraw narzuca konieczność rotacji stosowanych herbicydów, ale także zakłóca cykl rozwojowy wielu gatunków chwastów. Następuje znaczna zmiana ilościowo-jakościowa w kiełkowaniu chwastów z uwagi na odmienny sposób przygotowania gleby w różnym okresie agrotechnicznym (różny czas wysiewu roślin uprawnych). Orka siewna i uprawki mechaniczne po wschodach w skuteczny sposób eliminują kiełkujące chwasty. Niemalże znaczenie ma także stosowanie 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 znaczne odległości, a także obcopolne wykazują zmienność genetyczną, dzięki czemu w populacji występuje wiele biotypów. U tych gatunków odporność na herbicydy pojawia się 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 sulfonilomocznikowych, które działają jako inhibitory syntetazy acetylmleczanowej (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 już nabyły. Każdy producent roślinny i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg HRAC i zgodnie z poniższą tabelą (tab. 13) dokonywać ich rotacji. 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 wystąpienia odporności zwiększa prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 13. została przygotowana na podstawie opracowania HRAC. Poszczególne mechanizmy działania herbicydów oraz ewentualne podklasy (np. C1, C2, C3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 13. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów według mechanizmu działania

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory karboksylazy acetylo CoA (graminicydy)	A	arylofenoksypropionaty (FOP)	chizalafop-P fenoksaprop-P fluazyfop-P propachizafop haloksyfop-R
		cykloheksanediony (DIM)	cykloksydym kletodym
		fenylopirazoliny	pinoksaden
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	sulfonylomoczniki	amidosulfuron chlorosulfuron flzasulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron

Tabela 13. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory syntazy acetylmleczanowej ALS	B	imidazolinony	imazamoks
		triazolopirymidyny	florasulam piroksysulam
		sulfonyloaminokarbonylo-triazolinony	propoksykarbazon
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	fenmedifam
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	chlorotoluron
Inhibitory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfirynogenowej (PPO)	E	dwufenyletery	bifenoks oksyfluorofen
		fenylopyrazole	pyraflufen
		triazolinony	karfentrazon
Inhibitory syntezy barwników	F1	pirydynokarboksamidy	diflufenikan
		inne	flurochloridon
	F2	trójketony	mezotrion sulkotrion tembotrion
		izoksazole	izoksafłutol
	F3	izoksazolidinony	chlomazon
Inhibitory enzymu syntazy EPSP	G	aminofosfoniany	glifosat
Inhibitory enzymu syntetazy glutaminowej	H	aminofosfoniany	glufosynat amonowy

Tabela 13. Klasyfikacja substancji czynnych herbicydów według mechanizmu działania – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	dwunitroaniliny	pendimetalina
		benzamidy	propyzamid
	K2	karbaminiany	chlorprofam
	K3	chloroacetanilidy	dimetachlor metazachlor metolachlor dimetenamid petoksamid
		acetamidy	napropamid
		oksyacetamidy	flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N	tiokarbaminiany	prosulfokarb
		benzofurany	etofumesat
Syntetyczne auksyny	O	pochodne kwasu fenoksykarboksylowego	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop
		pochodna kwasu benzooesowego	dikamba
		pochodne kwasu pyridinokarboksylowego	aminopyralid chlopyralid fluroksypyr pikloram trichlopyr
		pochodna kwasu chinolinokarboksylowego	chinomerak

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

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

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

Jeżeli przeciwko sprawcom chorób wykorzystywane będą substancje czynne należące np. do grupy chemicznej triazoli, czy benzimidazoli, istnieje realne niebezpieczeństwo powstania odporności. Jest to bardzo prawdopodobne, zwłaszcza gdy zarejestrowana do stosowania w uprawie maku będzie

początkowo jedna lub dwie s.cz. 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.cz. fungicydów w uprawach różnych roślin. Na przykład, gdy do zwalczania *B. cinerea*, sprawcy szarej pleśni, używana będzie, w przypadku zarejestrowania, s.cz. z grupy chemicznej benzimidazole, to ryzyko, że ten gatunek grzyba może się uodpornić na te substancje jest wysokie. Natomiast przy ewentualnym stosowaniu s.cz. z grupy dikarboksyamidów będzie niższe, ale nie oznacza to, że nie wystąpi po dłuższym czasie jej stosowania.

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

- stosowanie jeden raz w sezonie wegetacyjnym określonej s.cz., 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, to gdy zauważy się obniżoną skuteczność 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 należy stosować metody niechemiczne (biologiczne, hodowlane, agrotechniczne), 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 14. została przygotowana na podstawie opracowania FRAC. Poszczególne mechanizmy działania fungicydów oraz ewentualne podklasy (np. A1, A2, A3) oznaczono kodem literowym.

Tabela 14. 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	poходne fenyloamocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid
Zakłócenie procesów oddychania	C2	fenylobenzamidy	flutolanil
	C2	pirydynyloetylobenzamidy	fluopyram
	C2	karboksyamidy	biksafen boksamid fluksapyroksad izopirazam karboksyna penflufen pentiopyrad sedeksan boskalid
	C3	strobiluryny	azoksystrobina dimoksystrobina fluoksastrobina krezoksym metylowy pikoksystrobina piraklostrobina trifloksystrobina
		oksazolidyny	famoksat
Zakłócenie procesów oddychania	C3	imidazoliny	fenamidon
	C4	cyanoimidazole	cyjazofamid
	C5	poходne aniliny	fluazynam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	poходne pirymidynoamin	ametoktradyna

Tabela 14. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce, według mechanizmu działania – cd.

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

Tabela 14. Klasyfikacja substancji czynnych fungicydów dopuszczonych do stosowania w Polsce, według mechanizmu działania – cd.

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

7.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Zjawisko odporności szkodników 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 liczby osobników w kolejnych pokoleniach zwalczanej populacji. Im większe zróżnicowanie genetyczne gatunku, tym większe prawdopodobieństwo

stwo 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 szkodników na środki ochrony roślin są podobne w odniesieniu do wszystkich gatunków organizmów (Węgorzek i wsp. 2013):

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 zgodnie z etykietą.
6. Terminy zabiegów i dawki preparatów dostosować optymalnie do najbardziej wrażliwego stadium szkodnika, 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.

8. METODY BIOLOGICZNE I OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH W INTEGROWANEJ OCHRONIE

Walka biologiczna to sterowana przez człowieka działalność wykorzystująca owady pożyteczne, w celu ograniczenia liczebności szkodników na uprawach. Może być to wykorzystanie wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterii, grzybów) oraz makroorganizmów (drapieżnych roztoczy oraz drapieżnych i pasożytniczych owadów) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. Taką walkę nazywamy metodą biologiczną, opiera się ona na trzech głównych strategiach:

1. **klasycznej** – introdukcji, polegającej na osiedlaniu na nowych terenach wrogów naturalnych, sprowadzonych z innych regionów lub kontynentów;
2. **konserwacyjnej** polegającej na ochronie organizmów pożytecznych poprzez dokonywanie korzystnych dla nich zmian w środowisku oraz stosowanie selektywnych środków ochrony roślin;
3. **augmentatywnej** – czasowej kolonizacji czyli okresowym wprowadzaniem wrogów naturalnych danego agrofaga, na uprawy, na których on nie występuje wcale lub w niewielkiej liczebności.

W uprawach polowych małoobszarowych, w tym na uprawach maku można wykorzystać metodę konserwacyjną, polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów poprzez urozmaicenie krajobrazu, tworzenie zacienień i kryjówek, odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne. **Bioróżnorodność rolnicza jest najcenniejszym dziedzictwem biologicznym dla człowieka. Ta różnorodność jest naszym zabezpieczeniem przed klęską nieurodzaju, atakiem szkodników czy chorobami roślin.** Uprawy maku stwarzają dobre warunki bytowania oraz rozwoju bardzo wielu gatunków owadów. Na polach, podobnie jak na miedzach, żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które wspomagają rolników w ograniczaniu liczebności fitofagów. Ważna jest duża różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja

nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem owadów pożytecznych. Są one istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana. W obrębie relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieźnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca-ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż jednej ofiary. Kolejną zależnością jest **Pasożytnictwo**. Pasożyt wykorzystuje stale lub okresowo inne organizmy jako źródło pożywienia i środowisko życia, natomiast osobnik, który ponosi szkody jest żywicielem. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt) i wewnętrzne, kiedy przebywa wewnątrz jego ciała (endopasożyt). W obrębie pasożytów wyróżnia się **parazytoidy**. Są to pasożyty, których larwy żywią się ciałem gospodarza ostatecznie zabijając żywiciela, a dorosłe osobniki żyją wolno. Większość organizmów pasożytujących na szkodnikach to parazytoidy (Kochman i Węgorzek 1997).

Jedną z ważniejszych grup występujących w agroekosystemie są chrząszcze, gdyż będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami spełniają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie maku są biedronkowate – Coccinellidae. Na świecie opisanych jest 3 500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Te pożyteczne chrząszcze są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności Coccinellidae wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca-ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991), wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak np. inni drapieżcy, z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej. 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*) (fot. 41), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata*), skulik przedziorkowiec (*Stethorus punctillum*), a ostatnio biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis*) (fot. 42). Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe ukryta w dziuplach drzew, pod korą, a niektóre z nich także w siedliskach ludzkich, co w dużej mierze dotyczy biedronki azjatyckiej. *Adalia bipunctata* zimuje pod korą drzew i krzewiastych gatunków wierzby w niewielkich skupiskach

– zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński i Lipa 1970). Owady te są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do dwóch tysięcy mszyc. Postacie dorosłe zjadają od 30 do 250 sztuk w ciągu dnia. Niektóre gatunki, np. biedronka dwukropka, bywają wykorzystywane w rolnictwie, do biologicznego zwalczania mszyc, natomiast biedronka pokropka wysączka (*Halyzia sedecimguttata*) jest jedynym gatunkiem w Polsce żywiącym się grzybami (fot. 43).

Dużą grupą są drapieżne owady z rodziny biegaczowatych (Carabidae). Z uwagi na to, że zoofagicznym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). W Polsce przedstawiciele rodziny biegaczowatych stanowią jedną z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych, jak również larw żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż osobniki dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postaci dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy, w tym również drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mszyce, gąsienice motyli np. rolnic, lub larwy, nieruchome poczwarki owadów oraz dżdżownice. Przymuszczalnie to właśnie stanowiska roślinne z udziałem krzewów i drzew mają największe znaczenie w programach biologicznej walki ze szkodnikami roślin, bowiem charakteryzują się one bogatym składem gatunkowym biegaczowatych. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Carabidae (fot. 44) mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na powierzchni pól uprawnych, na których stosuje się integrowaną produkcję około 50% badanych zgrupowań stanowił *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi w uprawach są: *Calathus ambiguus*, *Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski i wsp. 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych (Staphylinidae) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników (fot. 45). Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1 400 gatunków. Zarówno formy larwalne, jak i imagines polują na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica (*Aleochoa bilineata*), skorogonek (*Tachyporus hypnorum*) oraz nawozak (*Philothus fuscipes*). Występują one w różnych środowiskach. Wiosną następuje wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz

utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy słodyszka i pchełki oraz poczwarki, a także drobne gatunki stawonogów nie zabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona przez nie jest gleba, tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie, stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych.

Ważnymi owadami drapieżnymi są niektóre muchówki (Diptera), głównie należące do rodzin: bzygowatych (Syrphidae) oraz rączycowatych (Tachinidae). Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: bzyg prążkowany (*Episyrphus balteatus*), mszycznik żółtoczarny (*Syrphus vitripennis*), bzyg nadobny (*Metasyrphus corollae*), *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc (fot. 46). W związku z tym stanowią potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Muchówki te mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżników. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na maku. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie agrofagów ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice Syrphidae wybierają rośliny bardziej opanowane przez szkodniki i składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego jeden osobnik niszczy od 200 do 1 000 mszyc.

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżcy reprezentujący rodziny, takie jak: tasznikowate (Miridae), dziubałkowate (Anthocoridae) oraz tarczówkowate (Pentatomidae). W ograniczaniu liczebności mszyc i skoczków, jaj i larw słodyszka, pchełek oraz młodych gąsienic miniarek lub bielinkowatych szczególnie dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy (*Anthocoris nemorum*). Zarówno larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów. Boczek i Lipa (1978) wskazują również na pożyteczne owady z rodziny żażartkowatych (Nabidae).

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników maku mają również sieciarki z często dominującym złotookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 47). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec sezonu wegetacyjnego zasiedla drzewa liściaste, które są dla niego stałą bazą pokarmową. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miódówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również błonkówki. Są to głównie drapieżne mrówkowate, a także pasożytnicze

gąsienicznikowate. Pola maku są dla tych owadów świetnym miejscem zdobywania pokarmu. Mrówki żywią się przedstawicielami 150 gatunków bezkręgowców z 58 rodzin, spośród 21 rzędów. Wśród nich przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy rośliniarek. Mrówki należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane. Owady te oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności szkodników, biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy).

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

Pająki (Araneae) jako niewyspecjalizowani drapieżcy niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach i stanowią trwały element agrocenoz (fot. 48). Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych czynników są dobrym obiektem badań środowiskowych. W Polsce żyje około 800 gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pajaków tworzy sieci łowne pionowe lub poziome, inne wołają polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Ich pożyteczna działalność objawia się zarówno w środowisku naturalnym, jak również w naszych własnych domach, zamieszkiwanych przez wiele synantropijnych gatunków.

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

Należy również pamiętać o zwiększaniu świadomości producentów rolnych na temat roli wrogów naturalnych występujących w środowisku, ponieważ tzw. „opór środowiska” stanowi ważny element, często niedoceniany, w integrowanej ochronie i produkcji roślin, zwłaszcza na uprawach małoobszarowych.



Fot. 41. Biedronka siedmiokropka (fot. P. Strażyński)



Fot. 42. Biedronka azjatycka (fot. P. Strażynski)



Fot. 43. Pokropka – biedronka grzybożerna (fot. K. Nijak)



Fot. 44. Biegacz złocisty (fot. K. Nijak)



Fot. 45. Przedstawiciel rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)



Fot. 46. Larwa bzygowatych (fot. P. Strażynski)



Fot. 47. Złotook pospolity (fot. P. Strażyński)



Fot. 48. Krzyżak łąkowy (fot. K. Nijak)

9. OCHRONA PSZCZÓŁ I INNYCH ZAPYLACZY

Obserwując plantacje maku uwagę skupia się zwykle na roślinie uprawnej oraz organizmach szkodliwych, zwanych popularnie agrofagami. Wśród nich znajdują się chwasty, sprawcy chorób, a także szkodniki. Prowadzony monitoring ma na celu określenie występowania, liczebności, a w rezultacie ocenę zagrożenia ze strony organizmów szkodliwych, co w razie potrzeby ma pomóc w podjęciu decyzji o konieczności przeprowadzenia zabiegu zwalczania. Należy jednak pamiętać, że agrocenozy to miejsce bytowania, obok fitofagów, dużej liczby innych gatunków. Wiele z nich nie odgrywa roli w produkcji roślinnej lub ich wpływ jest mało znaczący. Jednak występuje tu również liczna grupa organizmów pożytecznych. Często niezauważane mogą swą pożyteczną działalnością ograniczać zagrożenie ze strony szkodników oraz wpływać na wzrost plonowania. Do najliczniej występujących, a równocześnie o dużym znaczeniu w produkcji roślinnej, należą wrogowie naturalni szkodników oraz owady zapylające. Obserwując pole maku należy szczególną uwagę zwrócić właśnie na naszych sprzymierzeńców i w taki sposób planować zabiegi ochrony roślin, aby nie stwarzać dla nich zagrożenia. Wykorzystanie pożytecznej działalności naszych sprzymierzeńców jest elementem metody biologicznej, której bezpośrednio wykorzystanie szczegółowo omówiono we wcześniejszym rozdziale. Natomiast drugim obszarem tej metody jest wspieranie i wykorzystanie występujących w agrocenozach organizmów pożytecznych. Z punktu widzenia ochrony roślin oraz metody biologicznej wrogowie naturalni szkodników mają podstawowe znaczenie w regulowaniu występowania i liczebności owadów szkodliwych, a ich wykorzystanie powinno stanowić bardzo ważny element w integrowanej ochronie i produkcji maku (Tomalak i Sosnowska 2008).

Inną niezwykle pożyteczną grupą organizmów są zapylacze, wśród których największe znaczenie mają pszczoły. Najlepiej znana jest pszczoła miodna (*Apis mellifera*). W Polsce występuje jednak znacznie więcej gatunków pszczoł, określanych mianem dziko żyjących, wśród których powszechnie znane są trzmielce (*Bombus* sp.). Należy pamiętać, że obok znanej pszczoły miodnej w Polsce występuje ponad 450 gatunków innych pszczoł (Banaszak 1987; Pruszyński 2008). Mak jest odwiedzany przez dużą liczbę gatunków zapylających, wśród których dominują pszczoły dziko żyjące i motyle. Przedstawione w tym i w poprzednim rozdziale przykłady organizmów pożytecznych mają przede wszystkim zobrazować dużą rolę tych organizmów, jako sprzymierzeńców producentów maku i wszystkich rolników.

Ważnym elementem współczesnej ochrony roślin jest także prawna ochrona tych organizmów w trakcie prowadzenia zabiegów chemicznych. Wśród aktów

prawnych UE dotyczących ochrony roślin najważniejszymi są: rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 1107/2009, które w art. 55 nakłada obowiązek prowadzenia ochrony roślin zgodnie z zasadami integrowanej ochrony oraz Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128//WE, która w załączniku III określa ogólne wymagania integrowanej ochrony roślin. W Polsce natomiast podstawowym aktem prawnym jest Ustawa o środkach ochrony roślin oraz towarzyszący jej pakiet, między innymi Rozporządzenie MRiRW w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin. Wymienione Rozporządzenie MRiRW oraz załącznik III dyrektywy 2009/128/WE podaje, że: integrowana ochrona roślin obejmuje „ochronę organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych”. Mając na uwadze obowiązek prowadzenia ochrony upraw zgodnie z zasadami integrowanej ochrony, już ten zapis stanowi podstawę obowiązku nie tylko ochrony organizmów pożytecznych, ale również stwarzania im korzystnych warunków do ich rozwoju. Ponadto rozporządzenie to jasno określa konieczność ochrony owadów pożytecznych, w paragrafie 1.2 zapisano: „W ramach integrowanej ochrony roślin, przeprowadzając zabiegi chemicznej ochrony roślin, należy uwzględnić: pkt.1. dobór środków ochrony roślin w taki sposób, aby minimalizować negatywny wpływ zabiegów ochrony roślin na organizmy niebędące celem zabiegu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych”.

Uznając zatem za obowiązującą ochronę entomofauny pożytecznej, z podejmowanych w tym celu działań, jako najważniejsze należy uznać zapoznanie się z opisem i stadiami rozwojowymi gatunków pożytecznych tak, aby móc ocenić ich występowanie, potrzebę wykonania zabiegu środkiem chemicznym lub odstąpienia od tego zabiegu, a także prawidłowo dobrać stosowany środek. Intensywnie prowadzone są badania, których celem jest bliższe poznanie roli gatunków pożytecznych i możliwości ich bardziej efektywnego wykorzystania. To ostatnie można już obecnie uzyskać poprzez podejmowanie wielu działań, do których należą:

- racjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin i oparcie decyzji na ocenianym, na bieżąco realnym zagrożeniu uprawy maku ze strony szkodników. Należy tu uwzględnić odstępowanie od zabiegów, jeżeli pojaw szkodnika nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych. W tej grupie czynności należy uwzględnić ograniczenie powierzchni zabiegu do zabiegów brzegowych, lub punktowych jeżeli szkodnik nie występuje na całej plantacji. Należy zalecać stosowanie przebadanych mieszanin środków ochrony roślin i nawozów płynnych, co ogranicza liczbę wjazdów na pole i zmniejsza mechaniczne uszkodzanie roślin;
- ochrona gatunków pożytecznych poprzez unikanie stosowania insektycydów o szerokim spektrum działania i zastąpienie ich środkami selektywnymi;

- dobór terminu zabiegu tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych;
- na podstawie wyników badań, ograniczanie dawek środków oraz dodawanie adiuwantów;
- stała świadomość, że chroniąc wrogów naturalnych szkodników maku chroni się także inne obecne na polu gatunki pożyteczne;
- pozostawienie miedz, remiz śródpolnych jako miejsc bytowania wielu gatunków owadów pożytecznych;
- dokładne zapoznanie się z treścią etykiety dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzeganie informacji w niej zawartych.

Wrogowie naturalni nie są najczęściej w stanie w sposób ciągły ograniczać liczebności szkodników do poziomu poniżej progów ekonomicznej szkodliwości. Należy jednak pamiętać, że integrowane technologie uprawy, których podstawowym elementem jest integrowana ochrona przed szkodnikami, stawiają przed producentami konieczność prowadzenia racjonalnej ochrony opartej na możliwie jak największym wykorzystaniu pożytecznej działalności pasożytów i drapieżców.

10. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR I PRZECHOWYWANIE

Rośliny maku nadają się do zbioru gdy makówki stają się brązowe, a przy potrząsaniu słychać szeleszczący dźwięk nasion. Rośliny na niewielkich plantacjach na ogół zbiera się ręcznie ucinając łodygę o długości około 10 cm zakończoną makówką. Tak zebrane torebki omlaca się na młocarniach bijakowych, a następnie oddziela nasiona od słomy. Jest to prosty sposób na pozyskanie najlepszych i najczystszych nasion. W przypadku dużych plantacji mak można zbierać odpowiednio zaadoptowanym kombajnem zbożowym pod warunkiem, że rośliny nie wyległy i nie są zachwaszczone. Obecnie można również stosować specjalny heder do koszenia maku (MORESIL), który osiąga cięcie pozwalające zachować wysoką jakość produktu. Dzięki temu urządzeniu do kombajnu zostaje wprowadzona jedynie makówka i górny fragment łodygi, który przylegał do owocu. Jest to możliwe dzięki specjalnym wałkom rozdzielającym o niskiej trakcji z sierpem koszącym oraz poziomym łańcuchom wciągającym. Większość tych maszyn aktualnie jest stosowana do zbiorów przez firmy farmaceutyczne.

Zebrany plon trzeba oczyścić ze względu na zanieczyszczenia makowinami, resztkami roślin i nasionami chwastów. Poziom wilgotności świeżo omlóconych nasion wynosi na ogół 12–50%, dlatego trzeba je natychmiast oczyścić, a następnie dosuszyć do 10–14%. Zbyt wilgotne nasiona mogą szybko ulec pleśnieniu przez co tracą wartość handlową i użytkową tj. konsumpcyjną jako nasiona i wykorzystanie do tłoczenia oleju. Powietrze służące do suszenia nasion maku nie może mieć temperatury wyższej niż 40°C. Krótkie składowanie nasion jest możliwe tylko przy usypaniu w cienkiej warstwie i częstego przewietrzania (szuflowania).

11. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

11.1. Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

Centrum Doradztwa Rolniczego funkcjonuje jako państwowa osoba prawna i podlega bezpośrednio ministrowi rolnictwa i rozwoju wsi. Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego z uwagi na wejście w życie ustawy z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego, stały się państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 r. 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 prowadzi-

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

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej Izb Rolniczych, działających na podstawie ustawy z 14 grudnia 1995 r. (Dz. U. z 2002 nr 101, poz. 927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz. U. z 2013 r. poz. 672.).

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

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

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

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

Oddział CDR 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.

11.2. 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 środków ochrony roślin;
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji środków ochrony roślin;

- ograniczenie stosowania szkodliwych substancji czynnych przez ich zastąpienie bezpieczniejszymi lub metodami nie chemicznymi;
- wspieranie stosowania niskich dawek lub prowadzenia upraw bez chemicznej ochrony;
- wzrost świadomości producentów rolnych i promowanie stosowania integrowanej ochrony roślin, Kodeksów Dobrej Praktyki Rolniczej oraz Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

Zgodnie z art. 14 Dyrektywy 2009/128/WE wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia do dnia 1 stycznia 2014 r. 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 r., str.71). Krajowy Plan Działania tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany. Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w 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 przykładają się do upowszechniania dobrych praktyk, w szczególności zasad integrowanej ochrony roślin, poprzez działania edukacyjno-informacyjne oraz opracowywanie narzędzi służących rolnikom we wdrażaniu tych zasad, wśród których należy wymienić metodyki integrowanej ochrony roślin dla poszczególnych upraw, kodeks dobrej praktyki ochrony roślin, systemy wspomaganie 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).

11.3. 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 środka ochrony roślin 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 części tych gospodarstw od 2016 r. merytoryczni doradcy prowadzą obserwacje nasilenia występowania agrofagów, dla uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwala na efektywne prowadzenie sygnalizacji występowania agrofagów.

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

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

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

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

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

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

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

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

Ostrzegać, informować, edukować, radzić – to funkcje, jakie spełniać ma utworzona internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma została przygotowywana przez Instytut Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach, Instytutem Nawożenia Uprawy i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego.

Jest to narzędzie, które pomaga rolnikom i doradcom w codziennej pracy. Realizacja przedsięwzięcia ma istotne znaczenie przy monitorowaniu sytuacji pszczół, narażonych na działanie środków ochrony roślin. Nie brakuje zatem zaleceń, jak wykonywać zabiegi ochronne, aby nie zaszkodziły owadom zapylającym. Platforma Sygnalizacji Agrofagów była w początkowej fazie poddawana testom wykonywanym wspólnie z ośrodkami doradztwa rolniczego. Biorąc pod uwagę doświadczenie jednostek naukowych, instytucji i organizacji branżowych oraz dotychczasową współpracę w upowszechnianiu i stosowaniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin zachęcamy do aktywnego wykorzystania Platformy Sygnalizacji Agrofagów, w tym monitorowania agrofagów w uprawach i udostępniania wyników rolnikom.

Integrowana ochrona roślin pełni ważną rolę w zrównoważonym rozwoju rolnictwa. Ograniczenie stosowania chemii w rolnictwie jest jednym z priorytetów nowej perspektywy Wspólnej Polityki Rolnej, a co za tym idzie także polityki naukowej Unii Europejskiej w tym obszarze. W połowie czerwca 2019 r. od spotkania w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi ruszyła realizacja projektu eDWIN – „Integrowana Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin”. Wpisuje się on w założenia cyfryzacji sektora rolno-żywnościowego. Celem projektu jest stworzenie internetowego systemu na rzecz ochrony roślin, dedykowanego doradztwu rolniczemu. Finansowany jest on w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa (POPC). Liderem konsorcjum jest Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego (WODR) w Poznaniu. Partnerami w projekcie są:

- 15 pozostałych ośrodków doradztwa rolniczego;
- Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie;
- Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu;
- Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe w Poznaniu.

Realizacja projektu pozwoli na zaprezentowanie innowacyjnych technologii w praktyce. Zapewni rozwój polskiego doradztwa rolniczego poprzez stałe doskonalenie doradców, a w łańcuchu logistycznym transferu innowacji z nauki do praktyki rolniczej, doradcy stanowią bardzo ważne i wręcz niezbędne ogniwo pomiędzy naukowcami, a rolnikami i środowiskiem wiejskim. Upowszechnienie integrowanej produkcji i ochrony roślin wymaga twórczego udziału w tym procesie wszystkich zainteresowanych jednostek, organizacji rządowych i samorządowych. Bez wyraźnego wsparcia i to nie tylko słownego, ale zapewniającego warunki do realizacji zasad i promowania integrowanej produkcji i ochrony roślin nie można liczyć na końcowy sukces.

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, 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 skutek 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 zamkniętych i zabezpieczonych przed dostępem osób nieupoważnionych, dzieci oraz zwierząt. W wyjątkowych przypadkach można przechowywać środki w zamkniętej oddzielnej szafie lub skrzyni, jeżeli proces przechowywania jest sporadyczny lub ilości tych środków są niewielkie. Magazynowane środki ochrony roślin powinny być przechowywane w oryginalnych, szczelnie zamkniętych, opatrzonych czytelną etykietą opakowaniach, w sposób uniemożliwiający ich kontakt z produktami spożywczymi i paszą.

Magazyn środków ochrony roślin:

- powinien znajdować się z dala od budynku mieszkalnego i inwentarskiego, stodoł, spichlerzy i innych magazynów spożywczych, a także w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni, ujęć wody pitnej, zbiorników i cieków wodnych;
- 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 temperatura w pomieszczeniu 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;
- numery telefonów do najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego oraz ośrodka toksykologicznego.

Należy pamiętać, że w magazynie ze środkami ochrony roślin nie należy palić tytoniu, spożywać posiłków oraz przechowywać artykułów żywnościowych i leków, pasz dla zwierząt, nasion i ziarna zbóż, a także materiałów pędnych i łatwopalnych.

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 dobranie optymalnych parametrów zabiegu, a efektem pracy jest równomierne naniesienie cieczy użytkowej

na opryskiwane obiekty (rośliny lub glebę) przy uwzględnieniu właściwości roślin (fazy rozwojowej, wielkości, gęstości) w zróżnicowanych warunkach pogodowych.

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

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 (ciśnienia roboczego, wysokości belki polowej). Ponadto procedurę regulacji opryskiwacza powinno się wykonać na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylaczy, manometru, urządzenia sterującego, naprawy instalacji cieczowej), a także przy zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Regularnie należy kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. W trakcie regulacji należy zwrócić uwagę, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze ten sam numer i kolor, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy użytkowej na hektar.

Sporządzanie cieczy użytkowej

Ciecz użytkową należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiorniku opryskiwacza nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. Przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne trzeba szczególnie **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 odmierzeniu odpowiednich ilości środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym skażenia miejscowe jest sporządzanie cieczy użytkowej na polu, szczególnie w przypadku opryskiwaczy wyposażonych w specjalne rozwadniacze agrochemikaliów, gdzie komponenty ulegają wstępnemu rozcieńczeniu/rozpuszczeniu przed wprowadzeniem do zbiornika.

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

Dobór dawki cieczy użytkowej

W integrowanych systemach ochrony upraw wymagana jest częsta zmiana dawki cieczy użytkowej na hektar w zależności od rodzaju zabiegów ochrony (zwalczania chorób, szkodników i chwastów), a także warunków agrotechnicznych i pogodowych na plantacji. Dawka cieczy powinna uwzględniać: zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typ posiadane go 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), często podają spodziewane korzyści związane z oszczędnością

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

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

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

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

Dobór rozpylaczy do zabiegu

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie – na 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 wy-

konuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar. Wybór optymalnej kroplistości 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 rozpylacz do rodzaju zabiegu, według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 49–54).



Fot. 49. 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)



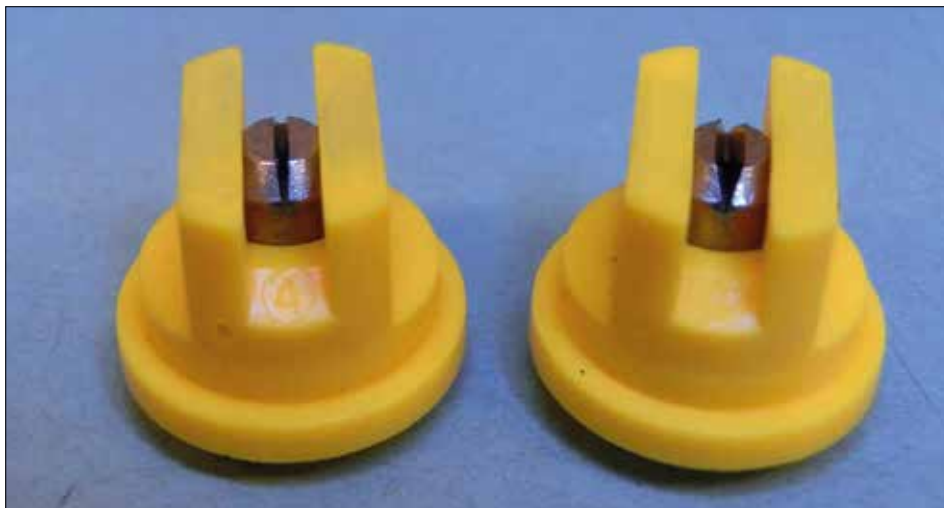
Fot. 50. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz eżektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 51. Rozpylacz jednostrumieniowy rozmiar 02 (żółty): klasyczny (po lewej) i uderzeniowy (po prawej) różnią się charakterystyką wytworzonych kropli, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem cieczy. Dla 0,3 MPa, pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, drugi średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 52. 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. 53. 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. 54. Rozpylacze dwustrumieniowe eżektorowe w wersji z symetrycznymi wachlarzami (najczęściej tworzą względem siebie kąt 60° – jak na zdjęciu) (fot. R. Kierzek)

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

W konwencjonalnych opryskiwaczach polowych w zabiegach ochrony roślin powinno 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), przeciwnoszeniowe (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 ciśnienie 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 ciśnienia roboczego (od 1 bar do 5 barów) zapewniając uzyskanie większej jednorodności wytwarzanych kropeł. Rozpylacze te mogą być stosowane we wszystkich zabiegach ochrony roślin, przy normalnych warunkach pogodowych. Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łąnu.

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

Rozpylacze 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. Rozpylacze antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowych, nalistnych), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów.

Tabela 15. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropeł (kategoria kropliistości), w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (klasa wielkości kropeł uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

Rozpylacze szczelinowe płaskostrumieniowe o kącie 110° (120°)									
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	M	M
3,0	F		F	F	F	M	M	M	M
4,0	F		F	F	F	F	F	M	M
Antyznoszeniowe	2,0	M	M	C	C	C	C	C	C
	3,0	F	M	M	M	M	M	M	C
	4,0	F	M	M	M	M	M	M	M
Eżektorowe	2,0	VC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	VC
	3,0	C	VC	VC	VC	VC	VC	VC	VC
	4,0	C	C	VC	VC	VC	VC	VC	VC
	5,0	C	C	C	VC	VC	VC	VC	VC
	6,0	M	C	C	C	C	C	C	VC
KLASA WIELKOŚCI KROPEŁ (KROPLISTOŚĆ)									
Drobne (F)		Średnie (M)			Grube (C)		Bardzo grube (VC)		

Źródło: według danych z katalogów producentów rozpylaczy

Nieco gorsze efekty ich działania mogą pojawić się podczas wykonywania zabiegów z użyciem środków o działaniu kontaktowym, dlatego też jeśli nie ma takiej potrzeby, to zabiegi z tą grupą preparatów lepiej wykonać przy użyciu rozpylaczy uniwersalnych (standardowych).

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych, np. silniejszym wietrze. W zależności od rozmiaru i stosowanego ciśnienia roboczego efekt redukcji znoszenia przy użyciu tego typu urządzeń rozpylających dochodzi nawet do 75–95%. Rozpylacze 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 jakością 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. 54). 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.

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

Warunki wykonywania zabiegów

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

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów ochronnych w dużym stopniu uwarunkowana jest przebiegiem warunków atmosferycznych (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 etykietach. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągnana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 16). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy pyretroidów. Najlepiej zabiegi ochronne wykonywać rano lub wieczorem (z uwagi na np. mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie), względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych – panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności.

Tabela 16. 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

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. przy wietrznej pogodzie), 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 dogłębowe. W pozostałych przypadkach należy odczekać parę godzin, do momentu osuszenia roślin. Skuteczność działania środków ochrony roślin w różnym stopniu zależy od opadów deszczu. W zależności od preparatu (substancji czynnej, formy użytkowej) i dodatków substancji powierzchniowo-czynnych (np. adiuwantów) opad deszczu (powyżej 2 mm) może wyraźnie zmniejszyć skuteczność środka ochrony roślin, jeśli występuje średnio do 3–6 godz. po zabiegu.

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 oraz 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 (np. herbicyd, regulator wzrostu). W wyniku niedokładnego umycia

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

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) usunięcie resztek cieczy użytkowej z opryskiwacza można dokonać 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 cieczowej opryskiwacza wykonuj w bezpiecznej odległości – nie mniejszej niż 20 m – od studni, zbiorników i cieków wodnych, studzienek kanalizacyjnych oraz obszarów wrażliwych na skażenie.

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

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej:

- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest 3-krotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i 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 z opryskiwacza cieczy należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną

biodegradację substancji czynnych środków ochrony roślin. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

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

Resztki preparatów 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.

13. FAZY ROZWOJOWE MAKU W SKALI BBCH

Do precyzyjnego określenia faz rozwojowych roślin uprawnych coraz częściej stosuje się skalę BBCH. Jest ona ceniona przez doradców i producentów roślinnych, przede wszystkim ze względu na swój uniwersalizm, bowiem dla wszystkich roślin uprawnych zastosowano taki sam podział faz fenologicznych, a skomplikowane opisy zastąpiono odpowiednimi kodami cyfrowymi. Standardowy opis faz rozwojowych według BBCH posiada taki sam kod, niezależnie od języka i kraju, w którym skala jest stosowana. Dwucyfrowy kod precyzyjnie określa fazę rozwojową, w której znajduje się roślina. Pierwsza cyfra określa zawsze główną fazę rozwojową, a druga pozwala na jeszcze dokładniejsze określenie zaawansowania wzrostu i rozwoju rośliny uprawnej. Arytmetycznie wyższy kod wskazuje na późniejszą fazę rozwojową (Matysiak i Strażyński 2018).

***Papaver somniferum* (Mak lekarski)**

(jedna roślina może być jednocześnie w kilku fazach rozwojowych, poniższy opis w skali BBCH dotyczy pędu głównego)

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

- 00** Suche nasiona
- 01** Początek pobierania wody i pęcznienia nasion
- 03** Koniec pobierania wody i pęcznienia nasion
- 05** Korzeń zarodkowy wyrasta z nasiona
- 06** Wzrost pierwszego korzenia, wykształcanie się włośników i korzeni bocznych
- 07** Hypokotyl (kiełek) z liścieniami lub pęd przebija okrywą nasienną
- 08** Hypokotyl (kiełek) z liścieniami rośnie w kierunku powierzchni gleby
- 09** Liścienie wydostają się na powierzchnię gleby

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści

- 10** Liścienie całkowicie rozwinięte
- 11** Rozwinięty pierwszy liść właściwy
- 12** Rozwinięte dwa liście właściwe
- 13** Rozwinięte trzy liście właściwe
- 1.** Fazy trwają aż do ...
- 19** Rozwiniętych dziewięć lub więcej liści właściwych

Główna faza rozwojowa 2: Rozwój bocznych rozgałęzień (pędów)*

(*mak lekarski posiada odmiany proste lub rozgałęziające się)

- 21 Widoczny pierwszy pęd boczny
- 22 Widoczny drugi pęd boczny
- 23 Widoczny trzeci pęd boczny
- 2. Fazy trwają aż do ...
- 29 Widocznych dziewięć lub więcej pędów

Główna faza rozwojowa 3: Wzrost pędu

- 30 Początek wydłużania się pędu
- 31 Faza pierwszego kolanka (z kolanka – węzła wyrasta pierwszy liść)
- 32 Widoczne drugie międzywęźle (odcinek pomiędzy kolejnymi liśćmi)
- 33 Widoczne trzecie międzywęźle
- 3. Fazy trwają aż do ...
- 39 Faza dziewięciu lub więcej kolanek

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu na pędzie głównym

- 51 Widoczny pierwszy mały pąk kwiatowy na pędzie głównym
- 55 Pąk kwiatowy uzyskuje ostateczną wielkość (nadal zamknięty)
- 59 Widoczne pierwsze płatki kwiatowe, pąk jeszcze nie rozwinięty

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

- 61 Otwiera się pierwszy kwiat na pędzie głównym (początek kwitnienia)
- 62 Kwiat otwarty w 20%
- 65 Pełnia kwitnienia: kwiat na pędzie głównym otwarty w 50%
- 67 Końcowa faza kwitnienia: większość płatków opada i zasycha
- 69 Koniec kwitnienia: widoczne zawiązki owoców

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców i nasion

- 71 Początek rozwoju owocu (torebki), owoc osiągnął 10% ostatecznej wielkości
- 72 Owoc (torebka) na pędzie głównym osiągnął 20% ostatecznej wielkości
- 73 Owoc (torebka) na pędzie głównym osiągnął 30% ostatecznej wielkości
- 74 Owoc (torebka) na pędzie głównym osiągnął 40% ostatecznej wielkości
- 75 Owoc (torebka) na pędzie głównym osiągnął 50% ostatecznej wielkości
- 76 Owoc (torebka) osiągnął 60% ostatecznej wielkości
- 77 Owoc osiągnął 70% ostatecznej wielkości
- 79 Owoc osiągnął ostateczną wielkość

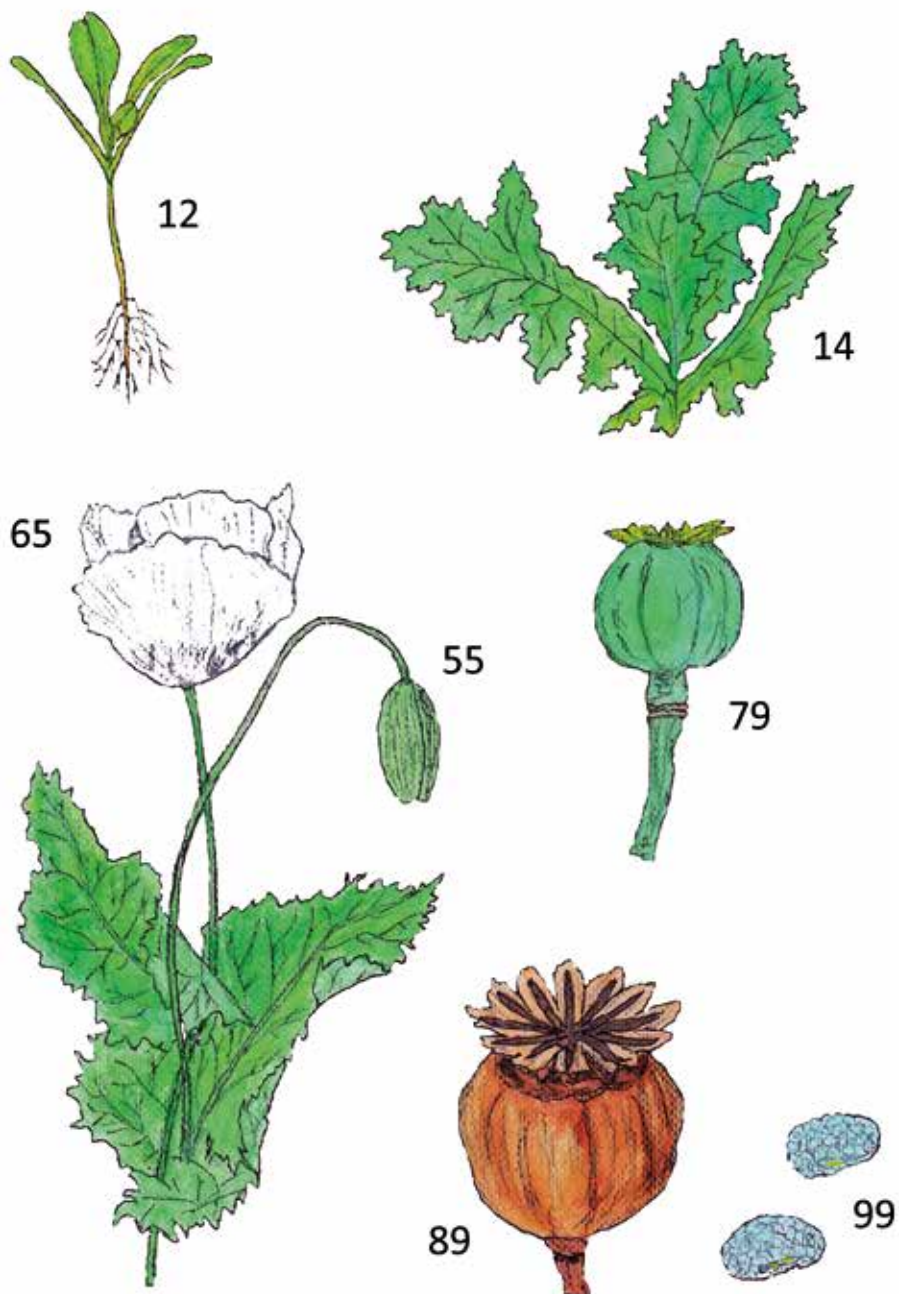
Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie owoców i nasion

- 80 Początek dojrzewania owoców i wybarwiania się nasion
- 85 Zaawansowane dojrzewanie i wybarwianie się nasion

- 89** Pełna dojrzałość: nasiona w pełni wybarwione, wszystkie nasiona uzyskują kolor charakterystyczny dla odmiany (np. białe, czerwono-fioletowe, czarne)

Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie, początek okresu spoczynku

- 91** Zakończony rozwój pędu, liście ciągle zielone
- 92** Początek przebarwiania liści w dolnej części pędu
- 93** Przebarwianie liści w wyższych partiach pędu
- 95** Wszystkie liście przebarwione, liście w dolnej części pędu zamierają
- 97** Roślina zamiera
- 99** Zebrane nasiona



14. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I LISTA KONTROLNA INTEGROWANEJ OCHRONY MAKU

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. 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 r. str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy jak: nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar i uprawy, na których zastosowano środek ochrony roślin. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obliguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Producent rolny może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny (od – do) opryskiwania. Po wykonaniu zabiegu (1–4 tygodnie) w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności. Dokumentację można prowadzić według poniższego schematu (tab. 17).

Prowadzenie ewidencji zabiegów ma duże znaczenie w przypadku wystąpienia m.in.: zatrucia osób, zatrucia pszczół, uszkodzenia sąsiednich upraw na skutek zniesienia cieczy. Dokumentacja taka może być również pomocna przy wyborze roślin następczych w płodozmianie. Prowadzona starannie jest cennym źródłem informacji o zużyciu środków ochrony roślin i prawidłowości ich stosowania.

Zgodnie z ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin, z dniem 1 stycznia 2014 r. stosowanie integrowanej ochrony roślin stało się obowiązkiem wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin.

Użytkownicy profesjonalni, którzy stosują środki ochrony roślin są zobligowani uwzględniać wymogi integrowanej ochrony roślin określone w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz. U. 2013 r. poz. 505). Według ww. rozporządzenia, producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin

Tabela 17. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

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

Źródło: Bereś i wsp. (2013)

wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowane środki ochrony roślin. Zapisy rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, nawożenie oraz zapobieganie rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu. W szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi w uprawie oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem. Prawidłowo prowadzona integrowana ochrona roślin powinna być również dokumentowana z uwzględnieniem ww. elementów, a ocenę skuteczności podejmowanych działań i metod ochrony roślin przeprowadza się w szczególności na podstawie prowadzonej dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin oraz na podstawie wyników monitorowania występowania organizmów szkodliwych.

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

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

plantacji pod kątem występowania chorób fizjologicznych i każdorazowo ten fakt odnotować.

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

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

Przy prowadzeniu integrowanej produkcji, a więc certyfikowanego systemu podlegającego urzędowej weryfikacji przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin, podczas przeprowadzanych kontroli inspektorzy Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa weryfikują spełnienie przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin wymagań integrowanej ochrony roślin posługując się listą kontrolną obejmującą wymagania podstawowe, dodatkowe oraz zalecenia (tab. 18–20).

Tabela 18. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania podstawowe

Wymagania podstawowe (zgodność 100% tj. 28 punkty)

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
1.	Czy producent prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez głównego inspektora?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
2.	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	

Tabela 18. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania podstawowe – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
3.	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
4.	Czy notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
5.	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
6.	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
7.	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
8.	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
9.	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie to jest możliwe)?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
10.	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
11.	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie – roślinie?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	

Tabela 18. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania podstawowe – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
12.	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
13.	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4m/s)?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
14.	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
15.	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
16.	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
17.	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
18.	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
19.	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
20.	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
21.	Czy opryskiwacze wymienione w notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	

Tabela 18. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania podstawowe – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
22.	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
23.	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwaczy?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
24.	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
25.	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym, zamkniętym pomieszczeniu w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
26.	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
27.	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
28.	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony pożytecznych organizmów?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
Suma punktów			

Tabela 19. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania dodatkowe

Wymagania dodatkowe dla polowych upraw rolniczych (zgodność min. 50% tj. 8 punktów)

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
1.	Czy uprawiane odmiany roślin zostały dobrane pod kątem integrowanej produkcji roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
2.	Czy każde pole jest oznaczone zgodnie z wpisem w notatniku IP?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
3.	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
4.	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami IP?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	

Tabela 19. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – wymagania dodatkowe – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
5.	Czy w uprawach jest stosowany zalecany międzyplon?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
6.	Czy w gospodarstwie prowadzi się działania ograniczające erozję gleby?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
7.	Czy do wykonania zabiegu zostały używane opryskiwacze wyszczególnione w notatniku IP?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
8.	Czy maszyny do stosowania nawozów są utrzymane w dobrym stanie technicznym?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
9.	Czy maszyny do stosowania nawozów umożliwiają dokładne ustalenie dawki?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
10.	Czy każde zastosowane nawożenie jest zanotowane z uwzględnieniem formy, rodzaju, daty stosowania, ilości oraz miejsca stosowania i powierzchni?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
11.	Czy nawozy są magazynowane w oddzielnym, wyznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
12.	Czy producent zabezpiecza puste opakowania po środkach ochrony roślin przed dostępem osób postronnych?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
13.	Czy producent posiada odpowiednio przygotowane miejsca do zbierania odpadów i odrzuconych płodów rolnych?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
14.	Czy w pobliżu miejsc pracy znajdują się apteczki pierwszej pomocy medycznej?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
15.	Czy w gospodarstwie są wyraźnie oznaczone miejsca niebezpieczne np. miejsca przechowywania środków ochrony roślin?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
Suma punktów			

Tabela 20. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – zalecenia

Zalecenia (realizacja min. 20% tj. 2 punktów)

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

LISTA KONTROLNA INTEGROWANEJ OCHRONY MAKU

Lp.	PYTANIA KONTROLNE	Tak / Nie / Nie dotyczy
Uprawa przedsiewna		
1.	Czy na polu zastosowano właściwy płodozmian, np. buraki, rzepak, pszenicę, kukurydzę, bobowate?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
2.	Czy zastosowano podorywkę i bronowanie w celu ograniczenia siewek chwastów, a przed siewem wyrównano powierzchnię roli?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Siew		
3.	Czy zastosowano kwalifikowany materiał siewny?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
4.	Czy siew wykonano w optymalnym terminie i właściwie dobrano odmianę, normę i parametry siewu w zależności od przeznaczenia maku?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Nawożenie		
5.	Czy stosowano zrównoważone nawożenie po uprzednim bilansie składników pokarmowych i z uwzględnieniem pH gleby?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Chwasty, choroby i szkodniki		
6.	Czy zastosowano powschodowo mechaniczne zwalczanie chwastów w międzyrzędziach?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
7.	Czy prowadzono systematyczne lustracje pod kątem wystąpienia objawów chorób, szczególnie czarnej plamistości, fuzariozy, mączniaka rzekomego i szarej pleśni?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
8.	Czy prowadzono systematyczne lustracje uprawy pod kątem pojawienia się szkodników, także z wykorzystaniem żółtych naczyń i tablic lepowych?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
9.	Czy ochrona chemiczna była stosowana jako metoda ostateczna z użyciem wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w uprawie maku?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
10.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu zwalczania uwzględniono obecność organizmów pożytecznych i bezpieczeństwo zapylaczy?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
11.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu wykorzystano z internetowego systemu sygnalizacji agrofagów (PIORiN) lub sygnalizacji agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego IOR – PIB w Poznaniu?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Zabiegi późniwe		
12.	Czy zbiór wykonano w odpowiednim terminie, a po zbiorach zniszczono słomę makową i resztki późniwe za pomocą orki przedzimowej?	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
Podsumowanie		

15. SPIS LITERATURY

- Adamczewski K., Kawczyński J. 1980. Einfluss einiger agrotech-nischer faktoren auf die toxische Wirkung von Dicuran 80 WP gegen Mohn. [Influence of several agrotechnical factors on Dicuran 80 WP toxicity to poppy]. Tag. – Ber. Akad. Landwirtsch. – Wiss. 182: 163–168.
- Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 255 ss.
- Barnes H.F. 1949. Gall Midges Injurious to Herbs. s. 127–128. W: Gall Midges of Economic Importance VI. (H.F. Barnes, red.). Crosby Lockwood & Son Ltd, London, 229 ss.
- Bečka D., Cihlár P., Vlažný P., Pazderů K., Vašák J. 2014. Poppy root weevils (*Stenocarus ruficornis*, Stephens 1831) control in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Plant Soil Environment 60 (10): 470–474.
- Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 593 ss.
- Bonciarelli U., Onofri A., Benincasa P., Farneselli M., Guiducci M., Pannacci E., Tosti G., Tei F., 2016. Long-term evaluation of productivity, stability and sustainability for cropping systems in Mediterranean rainfed conditions. European Journal of Agronomy 77: 146–155.
- Borecki Z., Schollenberger M. (red.) 2017. Polskie nazwy chorób roślin uprawnych. Wydanie drugie uzupełnione. Polskie Towarzystwo Fitopatologiczne, Poznań, 158 ss.
- Ciepielewska D. 1991. Biedronki (Coleoptera, Coccinellidae) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. olsztyńskim. Polskie Pismo Entomologiczne/Polish Journal of Entomology 61 (1): 129–138.
- Czarczyk Z. 2012. Working characteristics of selected flat fan nozzles for protection of field crops. [Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych]. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.
- Delp C.J., Dekker J. 1985. Fungicide resistance: definitions and use of terms. EPPO Bulletin 15: 333–335.
- Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Wydawnictwo Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, 6 ss.
- Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Organizacji Ochrony Roślin. Kodeks DPOOR z komentarzem. Wydanie drugie uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Skierniewice, 96 ss.
- Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.
- Dziennik Ustaw 2002 r., nr 99, poz. 896 ze zmianami. 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 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 2002 r., 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 29/2007, poz. 189. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 lutego 2007 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego.
- Dziennik Ustaw 2013 r., 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 r., poz. 505. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013 r., poz. 625. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2013 r., 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 2013 r., poz. 788. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie dokumentowania działań związanych z integrowaną produkcją roślin.
- Dziennik Ustaw 2014 r., poz. 516. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2016 r., 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 2016 r., 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 r., poz. 1310. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2019 r., poz. 852. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 4 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii.
- Dziennik Ustaw 2019 r., poz. 1900. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 września 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.
- Dziennik Ustaw 2020 r., poz. 425. Ustawa o Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa z dnia 13 lutego 2020 r.

- Ellis W.N. 2020. Leafminers and plant galls of Europe. www.bladmineerders.nl [dostęp: 15.09.2020].
- Eyre M.D., Critchley C.N.R., Leifert C., Wilcockson S.J. 2011. Crop sequence, crop protection and fertility management effects on weed cover in an organic/conventional farm management trial. *European Journal of Agronomy* 34 (3): 153–162.
- Farr D.F., Bills G.F., Chamuris G.P., Rossman A.Y. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. The American Phytopathological Society (APS) Press, St. Paul, 1252 ss.
- Godyń A., Doruchowski G. 2009. Poradnik Mycie Opryskiwaczy. Publikacja w ramach projektu LIFE05ENV/B/000510, pt.: Szkolenie operatorów opryskiwaczy w celu zapobiegania skażeniom miejscowym”, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 22 ss.
- Graziani F., Onofri A., Pannacci E., Tei F., Guiducci M. 2012. Size and composition of weed seed bank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. *European Journal of Agronomy* 39: 52–61.
- Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 333 ss.
- Havel J. 2018. Integrowana ochrona maku. www.agritec.cz [dostęp: 10.09.2020].
- Herse J. 1982. Mak. s. 376–382. W: Szczegółowa uprawa roślin. PWN, Warszawa.
- 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, s. 120–137.
- Horodyski A., Adamczewski K., Załęcki R. 1990. Ocena przydatności herbicydów w uprawie maku. [Evaluation of herbicide use in poppy-growing]. *Zeszyty Problemowe Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Rośliny Oleiste* 2: 67–74.
- Horvath J., Besada W.H. 1975. Opium poppy (*Papaver somniferum* L.), a new natural host of turnip mosaic virus in Hungary. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 82: 162–167.
- Hosseini P., Karimi H., Babaei S., Mashhadi H.R., Oveisi M. 2014. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. *Crop Protection* 64: 1–6.
- Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. *Nowoczesne Rolnictwo* 5 (8): 46–47.
- Jakubiak S. 2005. Znaczenie, wykorzystania i ochrona przed chwastami małoobszarowych upraw rolniczych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 45 (1): 185–195.
- 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, s. 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, s. 152–160.
- Kochman J., Węgorok W. 1997. Ochrona Roślin. Wydanie V. Plantpress, Kraków, 701 ss.
- Kołodziejczyk M., Kulig B. 2020. Mak siewny s. 417–428. W: Uprawa roślin, t. III (A. Kotecki, red.). Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 627 ss.

- Kotecki A., Andrzejewska J., Bartkowiak-Broda I., Bobrecka-Jamro D., Fordoński G., Harasimowicz-Hermann G., Jankowski K., Kołodziej B., Kołodziejczyk M., Kozak M., Kulig B., Mańkowska G., Mańkowski J., Prusiński J., Pszczółkowska A., Pudelko K., Serafin-Andrzejewska M., Sugier D., Szewczuk Cz., Szpunar-Krok E., Szukała J., Wilczewski E. 2020. Uprawa roślin. Tom III (A. Kotecki, red.). Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, 627 ss.
- Kralovic J., Kolektiv A. 1975. Ochrana poľnohospodárskych plodín. Bratislava: Príroda, 598 ss.
- Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 639 ss.
- Kryczyński S., Weber Z. 2011. Fitopatologia. Tom 2. Choroby Roślin Uprawnych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 488 ss.
- Laštůvka Z. 2009. Climate change and its possible influence on the occurrence and importance of insect pests. *Plant Protection Science, Special Issue* 45: 53–62.
- Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Wydawnictwo „Wież Jutra”, Warszawa, 211 ss.
- Matysiak K., Strażyński P. 2018. Fazy wzrostu i rozwoju wybranych gatunków roślin uprawnych i chwastów według skali BBCH. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 184 ss.
- Mrówczyński M. (red.) 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Tom I. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2006. Zagrożenie upraw małoobszarowych przez szkodniki i metody ich ochrony. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 99–107.
- Nespiak A., Opyrczałowa J. 1979. Choroby i szkodniki roślin rolniczych. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 223 ss.
- Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą lębina. *Streszczenia 55. Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin – PIB, Poznań*, 12–13 lutego 2015, s. 197–198.
- Ostrovskii N.I., Drozdovskaya L.S. 1970. The basic pests and diseases of poppies. *Zashchita Rastenii* 15 (11): 27–29.
- Pannacci E., Lattanzi B., Tei F. 2017. Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. *Crop Protection* 96: 44–58.
- Pinke G., Pál R.W., Tóth K., Karácsony P., Czúcz B., Botta-Dukát Z. 2011. Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: effects of management and environmental factors on species composition. *Weed Research* 51: 621–630.
- Pruszyński G. 2008. Zagrożenie zapylaczy w zabiegach ochrony roślin. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (3): 798–803.
- Pruszyński S. (red.) 2016. Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Wydawnictwo Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 148 ss.
- Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Wydawnictwo Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, 56 ss. ISBN 978-83-60232-39-2.

- Pruszyński S., Lipa J.J. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae). Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin 12 (2): 99–116.
- Pruszyński S., Wolny S. 2009. Dobra praktyka ochrony roślin. Instytut Ochrony Roślin, Krajowe Centrum Doradztwa, Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, oddział w Poznaniu, Poznań, 56 ss.
- Quesada-Moraga E., Muñoz-Ledesma F.J., Santiago-Alvarez C. 2009. Systemic protection of *Papaver somniferum* L. against *Iraella luteipes* (Hymenoptera: Cynipidae) by an endophytic strain of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). Environmental Entomology 38 (3): 723–730.
- Rotrekl J. 2010. Krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis* Stephens) na máku a možnosti ochrany. VÚPT Troubsko. www.vupt.cz/dokumenty/rot_06_10.pdf [dostęp: 10.09.2020].
- Schreier J. 1998. Krytonosec kořenový – významný škůdce máku. Agro ochrana a výživa rostlin 3: 61–63.
- Šedivý J., Cihlař P. 2005. Infestation of poppy cultures with the poppy stem gall wasp (*Timaspis papaveris*) Cynipidae: Hymenoptera. Plant Protection Science 41: 73–79.
- Sobiczewski P. 2009. Bakterie wykorzystywane w produkcji roślinnej. s. 172–213. W: Biotechnologia roślin. (S. Malepszy, red.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 736 ss.
- Stanev M. 1960. Poppy root weevils (*Stenocarus fuliginosus* Marsh, and *Ceuthorrhynchus denticulatus* Schrank) in Bulgaria and their control. Trudy Instituta Zashchity Rastenii 3: 151–188.
- Szelegiewicz H. 1968. Mszyce – Aphidoidea. Katalog Fauny Polski. T. XXI, Z. 4. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 307 ss.
- Szymanowska E., Pszczoła J., Liersch J. 2000. Mak. ZD HAR Borowo, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Poznań, 24 ss.
- Szysko J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 12: 45–57.
- Tomalak M., Lipa J.J., Krawczyk R., Korbas M. 2004. Uwarunkowania stosowania środków ochrony roślin w rolnictwie ekologicznym – materiały dla doradców. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego – Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Radom, 111 ss.
- Tomalak M., Sosnowska D. (red.). 2008. Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 95 ss.
- Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. s. 117–124. W: Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”. Poznań 14–15 października 2010.
- Wałkowski T. 2005. Mak oleisty. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Poznań, 44 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.). Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 153 ss.
- Wójtowicz M. 2001. Uprawa rzepaku i maku w Republice Czeskiej. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops XXII (2): 639–641.

- Wójtowicz M. 2007. Wpływ warunków środowiskowych i agrotechnicznych na plonowanie odmian maku (*Papaver somniferum* L.). *Rośliny Oleiste-Oilseed Crops XXVII* (2): 261–270.
- Wójtowicz M., Wójtowicz A. 2006. Wpływ pielęgnacji chemicznej na plonowanie odmian maku. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (2): 699–702.
- Wójtowicz M., Wójtowicz A. 2009. Effectiveness of chemical protection against weeds applied to poppy (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Plant Protection Research* 49 (2): 209–215. DOI: 10.2478/v10045-009-0031-3
- Wójtowicz M., Wójtowicz A., Wielebski F. 2016. Efficacy of weed control for opium poppy (*Papaver somniferum* L.) with a mixture of tembotrione and fluroxypyr. *Journal of Plant Protection Research* 56 (2): 149–156.
- Zajac T., Oleksy A., Klimek-Kopyra A. 2010. Wpływ terminu siewu na plonowanie i cechy roślin maku niskomorfinowego odm. Mieszko (*Papaver somniferum* L.). *Rośliny Oleiste-Oilseed Crops XXXI* (2): 334–350.

ISBN 978-83-64655-57-9