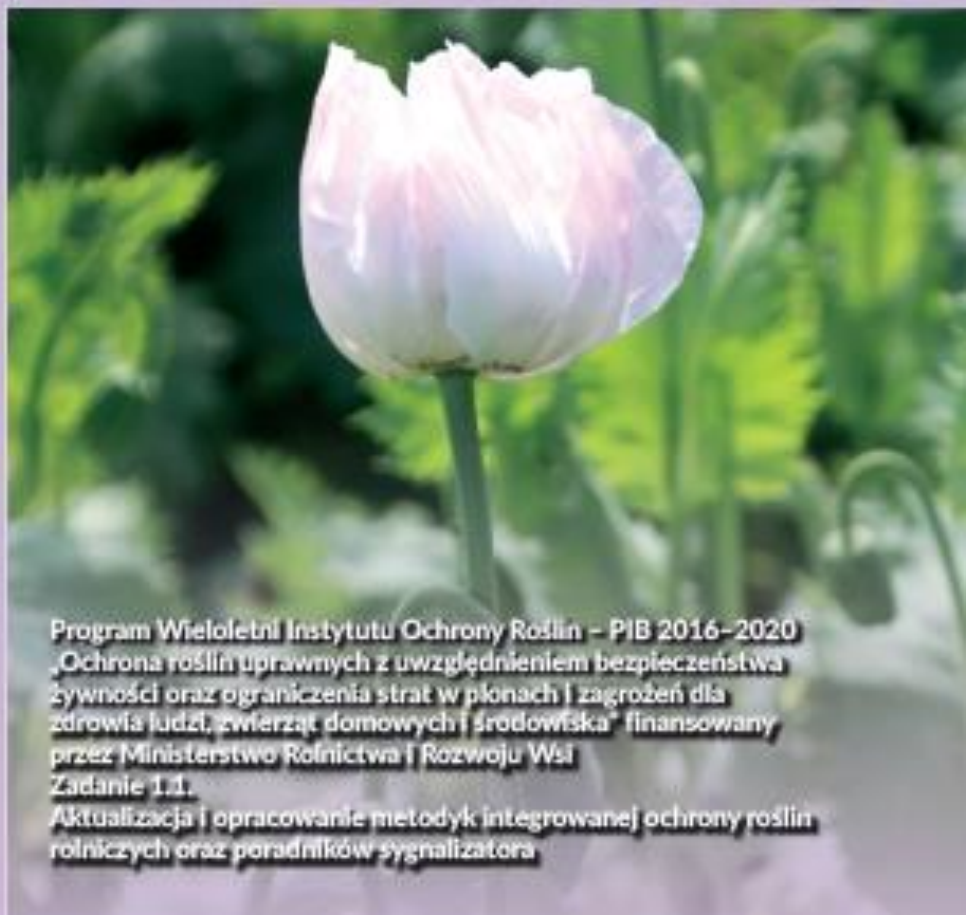
INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

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

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. Przemysława Strażyńskiego,i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent:

Dr hab. Henryk Ratajkiewicz, prof. UP[6]

Autorzy opracowania:

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

Autorzy zdjęć:

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

Korekta redakcyjna:

……..

ISBN 978-83-64655-60-9

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

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

Spis treści

1. Wstęp 4
2. Przepisy prawne dotyczące integrowanej ochrony 8
3. Ogólne zasady agrotechniki istotne w integrowanej ochronie maku 16
3.1. Stanowisko i płodozmian 16
3.2. Przygotowanie gleby 17
3.3. Dobór odmiany 17
3.4. Nawożenie zrównoważone 24
3.5. Siew 26
4. Regulacja zachwaszczenia 29
4.1. Najważniejsze gatunki chwastów 30
4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 35
4.3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 36
5. Ograniczanie sprawców chorób 37
5.1. Najważniejsze choroby 37
5.2. Niechemiczne metody ochrony 50
5.3. Chemiczne metody ochrony 54
6. Ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki 55
6.1. Najważniejsze gatunki szkodników 55
6.2. Niechemiczne metody ochrony 61
6.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 63
6.4. Systemy wspomagania decyzji 64
6.5. Chemiczne metody ochrony 65
7. Odporność agrofagów na środki ochrony roślin 67
7.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 67
7.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 77
8. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych w integrowanej ochronie 78
9. Ochrona pszczół i innych zapylaczy 87
10. Przygotowanie do zbioru, zbiór i przechowywanie 89
11. Rola doradztwa w zakresie wdrażanie zaleceń integrowanej ochrony roślin 90
12. Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego 90
13. Właściwy dobór techniki stosowania środków ochrony roślin 97
13.1. Przechowywanie środków ochrony roślin 97
13.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin 98
13.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu 108

14. Fazy rozwojowe maku w skali BBCH 111
15. Zasady prowadzenia dokumentacji w integrowanej ochronie roślin i lista kontrolna integrowanej ochrony maku 114
16. Spis literatury 121

1. Wstęp

Od początku 2014 roku 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 (szkodniki, patogeny) i oceny progu 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. 1989; 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 progów ekonomicznej szkodliwości organizmu szkodliwego oraz umiejętności ich wykorzystania w warunkach konkretnej uprawy,
- wiedzy o różnych metodach profilaktyki i zwalczania z umiejętnością ich integracji,
- dostępu do danych glebowych i meteorologicznych miejsca uprawy oraz oceny ich wpływu na rozwój populacji organizmu szkodliwego,
- zdolności przewidywania potencjalnych niekorzystnych skutków ubocznych podejmowanych zabiegów ochrony roślin dla człowieka i środowiska.

INTEGROWANA OCHRONA ROŚLIN (ang. Integrated Pest Management – IPM) jest to sposób ochrony roślin uprawnych przed organizmami szkodliwymi (grzybami, bakteriami, wirusami i innymi czynnikami chorobotwórczymi; owadami; 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.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 Zachodniej Azji, 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 4500 lat p.n.e.) czyli ostatniego okresu w epoce kamienia, w którym dokonała się dziejowa zmiana. Polegała ona na przejściu ludności z trybu wędrowniczego 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 i liczne korzenie boczne. Ich liście są ząbkowane i z reguły pokryte nalotem woskowym przy czym liście dolne są duże, jajowate, na krótkich ogonkach i zebrane w rozetę natomiast górne są mniejsze i ułożone skrętolegle na łodydze obejmując ją. Łodygi wyrastają do 80–150 cm

wysokości, są pokryte woskowym nalotem i wyprostowane, 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 rozchyla działki kielicha a następnego dnia wczesnym rankiem rozkwita. To powoduje, że działki kielicha opadają. Następnie w okolicy południa opadają 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, niebieskofioletowej 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% z 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 czy stożkowy. Cecha ta jest determinowana genetycznie ale na wielkość makówki mają wpływ warunki środowiska i agrotechnika. Makówki występują w 2 formach jako 1) ślepaki, które są zamknięte a nasiona pozostają wewnątrz oraz 2) patrochy tj. samosieje, które pod tarczą posiadają otworki przez którą nasiona wypadają na zewnątrz.

Nasiona maku mogą mieć barwę biała, żółtą, niebieską, szaroniebieską, czarną czy nawet żółtą i różową. Kolor nasion zależy od formy i odmiany a także od stopnia ich dojrzałości. Są one nieco spłaszczone o kształcie nieregularnym, nerkowatym. Długość, szerokość i grubość nasion wynosi odpowiednio 1,5; 1,1 oraz 0,9 mm a średnia MTN kształtuje się w zakresie 0,56–0,60 g. W makówce może znajdować się bardzo zróżnicowana liczba nasion bo od 1 000 aż do 12 000 ale średnio jest ich około 5–6 tysięcy. 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 $g \cdot kg^{-1}$ tłuszczu surowego, 189–250 $g \cdot kg^{-1}$ białka ogółem, 180–340 $g \cdot kg^{-1}$ węglowodanów, 6–70 $g \cdot kg^{-1}$ włókna, 50–60 $g \cdot kg^{-1}$ składników popielnych, a także 1,1–4,8 $g \cdot kg^{-1}$ steroli, 20–50 $mg \cdot kg^{-1}$ α-tokoferolu oraz 200–300 $mg \cdot kg^{-1}$ γ-tokoferolu.

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

Olej wytłaczany na zimno to 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

wytłaczanie 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.

Wytłoki 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 (tzw. niskomorfinowe) oraz odmiany dostosowane do produkcji opium z makówek (tzw. odmiany 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 wyhodowane w Hodowli Roślin Strzelce: Agat i Rubin zawierają odpowiednio 0,04–0,06 % i 0,05–0,06% morfiny.

2. Przepisy prawne dotyczące integrowanej ochrony

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

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

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

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

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

Stosowane środki ochrony roślin muszą być jak najbardziej ukierunkowane na osiągnięcie danego celu i powodować jak najmniej skutków ubocznych dla zdrowia ludzi i organizmów niebędących celem zwalczania, a także dla środowiska. Użytkownik

profesjonalny powinien ograniczyć stosowanie 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 redukowanie dawek lub ograniczanie liczby wykonywanych zabiegów.

Do rozwoju integrowanej ochrony roślin konieczne są także działania wspierające i upowszechniające ten system, szczególnie udostępnianie rolnikom programów wspomagania decyzji, a także odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progi ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych upraw, obejmujące metody agrotechniczne, biologiczne i chemiczne, ze szczególnym uwzględnieniem wspomagania naturalnych procesów samoregulacji zachodzących w agrocenozach. Większe znaczenie niż w tradycyjnych systemach ochrony roślin przed agrofagami będą miały metody niechemiczne, czyli agrotechniczna i biologiczna. Jednym z elementów wykorzystywanych w integrowanej ochronie roślin jest prawidłowy płodozmian. Istotna jest też uprawa odmian odpornych i tolerancyjnych oraz wprowadzanie do praktyki rolniczej alternatywnych form uprawy, takich jak siew mieszanek odmian i gatunków, pozwalających na lepsze wykorzystanie zasobów środowiska rolniczego, bez zakłócania jego równowagi biologicznej. Metodyki te powinny także wskazywać najefektywniejsze i bezpieczne techniki aplikacji środków ochrony roślin. Będą one także zawierały wskazówki dotyczące doboru i stosowania środków ochrony roślin w taki sposób, który minimalizuje ryzyko powstawania zagrożeń dla zdrowia ludzi oraz środowiska naturalnego.

Zgodnie z art. 14 ust. 2 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71) państwa członkowskie Unii Europejskiej ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków

niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. Szczególnie zapewniają one profesjonalnym użytkownikom dostęp do informacji i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych oraz podejmowania odpowiednich decyzji.

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

Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

Wprowadzenie integrowanej ochrony roślin, jako standardu produkcji roślinnej wynika bezpośrednio z postanowień art. 14 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 71) oraz art. 55 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1).

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

Integrowana ochrona roślin została również uregulowana przepisami prawa krajowego. Zgodnie z art. 35 ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. 2018 r. poz. 1310 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 znoszeniu 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 oby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, odpowiednich odmian, przestrzegania optymalnych terminów, stosowania właściwej agrotechniki, nawożenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych.

Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, a w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

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

Wykaz dopuszczonych w Polsce środków ochrony roślin jest publikowany w rejestrze środków ochrony roślin. Informacje o zakresie stosowania 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/rolnictwo/ochrona-roslin.

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

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

Zgodnie z ustawą z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2018 r. poz. 1310 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
- szkoleniami uzupełniającymi dla osób, które ukończyły szkolenia podstawowe.

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

posiadają kwalifikacje wymagane dla osób prowadzących szkolenia w zakresie integrowanej produkcji. Szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin nie są wymagane od pracowników naukowych szkół wyższych lub instytutów badawczych, jeżeli do zakresu obowiązków tych osób należy prowadzenie zajęć dydaktycznych, badań naukowych lub prac rozwojowych z zakresu rolnictwa, ogrodnictwa lub leśnictwa. Uprawnienia takie mają również osoby prowadzące szkolenia w zakresie:

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

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

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

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

- sprzętu naziemnego w odległości co najmniej 20 m od pasiek;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 3 m od krawędzi jezdni dróg publicznych, z wyłączeniem dróg publicznych zaliczanych do kategorii dróg gminnych oraz powiatowych;
- opryskiwaczy polowych w odległości co najmniej 1 m od zbiorników i cieków wodnych oraz terenów 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.

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

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

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

Środki ochrony roślin po ich zakupieniu jak również pozostałe nie zużyte podczas

aplikacji należy przechowywać zgodnie z przepisami prawa. Przechowywanie środków ochrony roślin uregulowane jest w Polsce przez Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

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

oraz w poszczególnych etykietach środków ochrony roślin.

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

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

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

Przechowujący środki ochrony roślin powinien zapewnić, aby nie doszło do skażenia wód powierzchniowych i podziemnych (w rozumieniu przepisów Prawa wodnego), gruntu na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego. Niedopuszczalne jest również umożliwienie przedostania się pestycydów do systemów kanalizacyjnych, z wyłączeniem oddzielnej bezodpływowej kanalizacji wyposażonej w szczelny zbiornik ścieków lub w urządzenia służące do ich neutralizacji. Miejsca lub obiekty, w których przechowywane są środki ochrony roślin powinny być położone w odległości nie mniejszej niż 20 m od studni oraz zbiorników i cieków wodnych, chyba, że środki te są przechowywane na utwardzonej nawierzchni z betonu szczelnego lub z innych trwałych materiałów izolacyjnych, które są nieprzepuszczalne dla cieczy. 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 system wentylacji awaryjnej (uruchamiany z zewnątrz i od wewnątrz magazynu, zapewniający co najmniej 10-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny) oraz ciągłej (uruchamiany z zewnątrz magazynu, godzinę przed rozpoczęciem pracy, zapewniający co najmniej 3-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny).

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

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

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

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

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

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

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

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

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

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub

obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin.

Do zabiegu z zastosowaniem środków ochrony roślin używa się sprzętu przeznaczonego do tego celu, który użyty zgodnie z przeznaczeniem nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska oraz jest sprawny technicznie i skalibrowany, tak aby zapewnić prawidłowe stosowanie środków ochrony roślin. Na posiadaczach sprzętu do stosowania środków ochrony roślin ciąży obowiązek przeprowadzania okresowych badań potwierdzających sprawność techniczną. Pierwsze badanie nowego opryskiwacze 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 przebiciem 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. Niesprzyjający przebieg pogody zawsze powoduje obniżenie plonowania oraz zacieranie różnic wynikających z genetycznego potencjału plonotwórczego poszczególnych odmian.

Wymagania klimatyczne

Mak jest gatunkiem o niezbyt dużych wymaganiach klimatycznych co wynika z odporności na chłody i wiosenne przymrozki do -6 a nawet -8°C. Zapotrzebowanie na cieplejsze warunki pogodowe wzrasta wraz ze wzrostem i rozwojem roślin. Najlepiej aby suma temperatur w czasie wegetacji kształtowała się na poziomie 2200–2800°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 dojrzewania ponieważ nadmiar wilgoci powoduje pojawianie się chorób grzybowych i obniża plonowanie. Jednak niedobór opadów w czasie kwitnienia i dojrzewania 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 uprawiać można prawie we wszystkich rejonach z wyjątkiem obszarów o dużych opadach. Roślina ta szczególnie dobrze udaje się 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, strączkowe i warzywa ponieważ rośliny te dobrze odchwaszczają 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, przerzedzone 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 pole czyste 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. Z tego względu pod uprawę maku najlepsze są 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. Pole po zbiorze roślin okopowych należy zabronować i wykonać orkę. Natomiast przygotowanie pola po zbiorze roślin pozostawiających ścierń 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 przedsiewna 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. Łodyga 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 1000 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 zraz 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 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 w Poznaniu zostały podjęte prace hodowlane w celu uzyskania form niskomorfinowych maku. W roku 1990 została zarejestrowana pierwsza odmiana niskomorfinowa Przemko. Odmian ta, miała białą barwę płatków korony z fioletową plamą u nasadu 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 (Liersch i Krzymański 2000).

Niestety tak się nie stało, areał 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. Republika Czeska 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 Lazur 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 roku (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 – **Lazur, 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 plenność, zwraca się także dużą uwagę na większą zawartości 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.

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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agat [1]	2000	tak	niskie	średni	różowa	jasno fioletowa	całobrzegie	kulisty wydłżony	szaro niebieska
Borowski Biały [1]	2012	tak	wysokie	średnio późny	jasno różowa	biała	całobrzegie	stożko-waty	biała

Mieszko [1]	1999	tak	średnie	średnio późny	ciemno różowa	jasno fioletowa	całobrzegie	kulisty wydłżony	szaro niebieska
Rubin [1]	2000	tak	średnie	średni	czerwona	fioletowa	całobrzegie	kulisty wydłżony	szaro niebieska
Lazur [2]	1990	skr.	wysokie	średni	biała	fioletowa	całobrzegie	kulisty	niebieska
Morfeusz [2]	2012	tak	wysokie	średnio późny	biała	ciemno fioletowa	całobrzegie	kulisty spłaszczony	szara

Kol. 1: [1] – odmiana o bardzo małej (śladowej) zawartości morfiny, [2] – odmiana o dużej zawartości morfiny,
Kol. 3: „*" – 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 makowi--nach	Początek kwitnienia	Dojrzałość pełna	Wysokość roślin	Porażenie przez pleosporozę maku
	dt z ha	% wz.	dt z ha	(g)	(% s.m.)	(% s.m.)	data	data	cm	skala 9°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

Kol. 1: [1] – odmiana o bardzo małej (śladowej) zawartości morfiny, [2] – odmiana o dużej zawartości morfiny;
Kol. 3: wzorzec: średnia badanych odmian
Kol. 11: skala 9 st.; 9 – oznacza stan rolniczo najlepszy, 5 – średni, 1 – najgorszy

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

Agat
Odmiana niskomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach bardzo mała (ok. 0,04–0,06%). Plon nasion średni. Masa 1000 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 1000 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 dość 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 1000 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 1000 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. 3 i 4)
Odmiana wysokomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach dość duża (ok. 0,8–0,9%). Plon nasion i makowin duży. Masa 1000 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.

Morfeusz
Odmiana wysokomorfinowa. Zawartość morfiny w makowinach dość duża (ok. 0,8–0,9%). Plon nasion i makowin duży. Masa 1000 nasion większa od średniej. Zawartość tłuszczu w nasionach oraz białka w suchej masie beztłuszczowej średnia Nasiona o barwie szarej. Termin kwitnienia

średni, dojrzałości pełnej do zbioru dość późny. Rośliny dość wysokie, o dobrej odporności na wyleganie. Odporność na pleosporozę i czarną plamistość maku dość duża.

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

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

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

Fot.4. Torebka (makówka) odmiany Lazur (fot. J. Broniarz)

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. 2019r. 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 pożniwnych w wyniku przeprowadzenia odpowiedniego zabiegu agrotechnicznego. Ww. 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 wg 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 osiągany 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 przedsiewnie 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 przedsiewnie 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 ($t \cdot ha^{-1}$) 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 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 ściany 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 zastosowania 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 w 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 wcześnie tj. na początku terminu siewu zbóż jarych jednak na glebach lżejszych trzeba go siać tuż po owsie i pszenicy a na glebach bardziej zwięzłych i

zimnych do 10–14 dni później aby gleba mogła się ogrzać. Wysiew nasion w glebę 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/m^2, 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.

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 1000 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 (*Papaver somniferum* L.) 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 nie jest łatwa na plantacjach maku lekarskiego.

Efektywność regulacji zachwaszczenia na plantacjach maku lekarskiego (*Papaver somniferum*) zależna jest od poziomu kultury rolnej, stosowanych zabiegów agrotechnicznych, typu gleby, przebiegu oraz warunków pogodowych. Uprawę maku nie zaleca się na polach zachwaszczonych gatunki chwastów wieloletnich. Warunek ten dotyczy również zachwaszczenia stanowiska makiem polnym (*Papaver rhoes*) (fot. 5), (*Papaver rhoes*), makiem wątpliwym (*P. dubium*) lub makiem piaskowym (*P. argemone*), których występowanie na polach przeznaczonych pod uprawę maku lekarskiego (*P. somniferum*) jest praktycznie problemem nierozwiązywalnym.

W regulacji zachwaszczenia plantacji maku lekarskiego jest szczególnie istotne 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.

Fot. 5. Mak polny (*Papaver rhoes* L.) (fot .K. Nijak)

4.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Wśród najczęściej występujących gatunków chwastów na plantacjach maku można wymienić:

- byliny – perz właściwy (*Elymus repens*) (fot. 6);
- jednoroczne gatunki jednoliścienne: chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*) (fot. 7), owies głuchy (*Avena fatua*), włośnica (*Setaria* sp.),
- jednoropczne gatunki dwuliścienne – fiołek – *Viola* sp. (fot. 8), komosa biała (agg.) (*Chenopodium album* agg.) (fot. 9), łoboda rozłożysta (*Atriplex patula*), maruna bezwonna – *Matricaria perforata* (fot. 10), poziewnik *(Galeopsis* sp.), przytulia czepna (*Galium aparine*) (fot. 11), jasnota (*Lamium* sp.) (fot. 12), rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus*) (fot. 13), rdest (*Polygonum* sp.), szarłat (*Amaranthus* sp.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*), tobołki polne (*Thlaspi arvense*) (fot. 14), żółtlica (*Galinsoga* sp.) (fot. 15);
- samosiewy roślin uprawnych – samosiewy rzepaku, samosiewy zbóż.

Fot. 6. Perz właściwy (*Elymus repens* (L.) Gould.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 7. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 8. Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 9. Komosa biała agg. (*Chenopodium album* agg.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 10. Maruna bezwonna (*Matricaria perforata* Mérat.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 11. Przytulia czepna (*Galium aparine* L.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 12. Jasnota purpurowa (*Lamium* purpureum L.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 13. Rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 14. Tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.) (fot. R. Krawczyk)

Fot. 15. Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora* Cav.) (fot. R. Krawczyk)

4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Głównym źródłem zachwaszczenia są występujące w glebie diaspory (nasiona, kłącza, rozłogi, bulwy, cebulki) chwastów. 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. Działania odchwaszczające powinny być ukierunkowane na zmniejszenie ilości diaspor chwastów w glebie przez różne rodzaje interwencji i we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów, w celu systematycznego zmniejszenia ich liczebności.

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

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 różne rodzaje interwencji, we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów. Z tego względu program regulacji zachwaszczenia powinien uwzględniać zwalczania chwastów już

po zbiorze rośliny przedplonowej, w zespole uprawkach pożniwnych, 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, której celem jest niszczenie chwastów, a ponadto zapobieganie zaskorupianiu i zatrzymanie wilgoci w glebie.

4.3. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

W celu bezpiecznego stosowania herbicydów i uzyskania pożądanego działania chwastobójczego i zachowaniu selektywności tych zabiegów należy przestrzegać wytycznych zawartych w etykietach środków ochrony roślin. Konieczne jest przestrzeganie zalecanej ilości cieczy opryskowej, a także temperatury powietrza podczas zabiegu. Na skuteczność zabiegów przedwschodowych wpływ ma między innymi staranność uprawy (bez grud) gleby oraz przebieg warunków pogodowych. Skuteczność herbicydów o działaniu doglebowym 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 graminicydów, to korzystniej jest w pierwszym zabieg przeprowadzić zwalczanie chwastów dwuliściennych, a w odpowiednio późniejszym terminie zastosować rekomendowanym graminicyd (środek chwastobójczy selektywnie zwalczający rośliny jednoliścienne).

5. Ograniczanie sprawców chorób

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, wiele problemów związanych 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 powodujących zgniliznę twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*), szarą pleśń (*Botrytis cinerea*) i fuzariozę maku (*Fusarium* spp.), a także zgorzel siewek powodowana przez różne gatunki grzybów bytujących w glebie, na resztkach pożniwnych, chwastach i nasionach. Ponad to na maku może wystąpić m.in. mączniak prawdziwy (*Golovinomyces cichoracearum*) i głownia liściowa (*Entyloma fuscum*) (tab. 6).

W uprawie maku zaobserwować można również choroby bakteryjne, głównie bakteriozę łodyg maku (*Erwinia carotowora* ssp. *carotowora*) i bakteryjną plamistość maku (*Xsanthomonas camestris* subsp. *papavericola*) oraz wirusowe tj. żółtaczka maku (*Beet mild yellowing virus*) oraz mozaika maku (*Poppy mosaic virus* lub *Turnip mosaic virus*).

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

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

Mączniak rzekomy maku	*Peronospora arborescens* (Berk.) de Bary	+++
Pleosporoza maku (Czarna zgorzel maku; Sucha zgnilizna maku)	*Crivellia papaveracea* (De Not.) Shoemaker et Inder Syn. *Pleospora papaveracea* (De Not.) Sacc.	+++
Szara pleśń	*Botryotinia fuckeliana* De Bary; st. kon. *Botrytis cinerea* Pers	++
Zgnilizna twardzikowa	*Sclerotinia sclerotiorum (*Lib.) De Bary	++
Zgorzel siewek	*Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis cinerea* Pers.	+
Choroby bakteryjne		
Bakteryjna plamistość maku	*Xanthomonas campestris* pv. *papavericola* (Bryan et McWhorter) Dye	++
Bakterioza łodyg maku	*Erwinia carotowora* ssp. *carotowora* Holland.	+
Choroby wirusowe		
Mozaika maku	*Poppy mosaic virus* lub *Turnip mosaic virus*	+
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 Węgorek 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Budzyński i Zając 2010; Weber i Kryczyński 2011; Kotecki i wsp. 2020).

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura	wilgotność gleby i

		(°C)	powietrza
Czarna plamistość maku	resztki porażonych roślin, gatunki maku dzikorosnące oraz nasiona	optymalnie 16–18°C	wysoka
Fuzarioza maku	resztki porażonych roślin oraz nasiona	6–18°C	wysoka
Głownia liściowa maku	resztki porażonych roślin	optymalnie 16–18°C	niska
Mączniak prawdziwy maku	gatunki maku dzikorosnące	15–26°C	niska, (zacienione miejsce)
Mączniak rzekomy maku	nasiona, resztki porażonych roślin	5–15°C	wysoka
Pleosporoza maku (Czarna zgorzel maku; Sucha zgnilizna maku)	nasiona, resztki porażonych roślin, gatunki maku dzikorosnące	optymalnie 16–20°C	wysoka
Szara pleśń	resztki pożniwne, 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 pożniwne oraz grzyby bytujące na chwastach oraz w glebie	poniżej 6–8°C	nadmiernie uwilgotniona gleba
Choroby bakteryjne	m.in. przenoszone przez szkodniki	>10°C	wysoka
Choroby wirusowe	przenoszone przez owady, głownie mszyce	>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. 16–31).

Tabela 8. Cechy diagnostyczne wybranych chorób maku siewnego (Kralovic i Kolektiv 1975; Farr i wsp. 1989; Kochman i Węgorek 1997; Szymanowska i wsp. 2000; Budzyński i Zając 2010; Weber i Kryczyński 2011; Kotecki i wsp. 2020).

Choroba	Cechy diagnostyczne

Czarna plamistość maku (fot. 16 i 17)	Występuje na maku przez cały okres wzrostu, najczęściej jednak w drugiej połowie wegetacji szczególnie na zielonych makówkach uszkodzonych przez różne czynniki (np. szkodniki, grad). Na liściach – brunatnoczarne, często koncentrycznie strefowane palmy. Na makówkach – zwarty, oliwko-czarny nalot struktur grzybów.
Fuzarioza maku (fot. 18 i 19)	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 od 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 biały i torebkach nasiennych - delikatny 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. 20–23)	Występuje na maku przez cały okres wegetacji. Szyjki korzeniowe siewek – przewężone; stopniowo przewracają się i zamierają. Na łodygach – zdeformowane i pokryte szarym nalotem struktur patogena. Na liściach – często nieco większe, jaśniejsze, pęcherzykowato skędzierzawione i kruche, zgrubiałe; na dolnej liści stronie 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. Na torebkach nasiennych – zniekształcone, mniejsze o fioletowym przebarwieniu.
Pleosporoza maku (Czarna zgorzel maku (fot. 24–27); Sucha zgnilizna maku)	Występuje na maku przez cały okres wegetacji. Szyjki korzeniowe siewek ciemnieją i przewężają się, następnie przewracają się i zamierają. Na łodygach – smugowate, czarnofioletowe, wgłębione plamy pokryte nalotem struktur grzyba, w miejscach porażenia łodygi pękają, gniją i łamią się. Na liściach – ciemnobrązowe lub czarnofioletowe, ograniczone nerwami kanciaste plamy, które stopniowo łączą się. Na pąkach kwiatowych – czarnofioletowe smugi; silne porażone pąki obumierają lub w ogóle się nie rozwijają. Na makówkach – czarnofioletowe palmy 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.
Szara pleśń (fot. 28–31)	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 zielonożółta smuga; powoduje deformacje, wyłamywanie się i zamieranie łodyg. Na liściach, pakach 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.
Zgnilizna twardzikowa	Występuje od fazy kwitnienia maku. Na łodygach – białoszare, 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.
Zgorzel siewek	Porażone siewki początkowo żółkną, więdną, a następnie zamierają. Na korzeniach i na szyjce korzeniowej - zbrunatnienie i zgnilizna.
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 – marmurkowate plamistości; liście stopniowo żółkną, a nerwy pozostają zielone; liście kruche, sztywne, prostopadle 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. 16. Czarna plamistość maku – objawy na liściach (fot. M. Korbas)

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

Fot. 18. Fuzarioza maku – objawy na liściach (fot. M. Korbas)

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

Fot. 20. Mączniak rzekomy maku – objawy na liściach od dolnej strony blaszki liściowej (fot. M. Korbas)

Fot. 21. Mączniak rzekomy maku – struktury patogena na dolnej stronie blaszki liściowej (fot. M. Korbas)

Fot. 22. Mączniak rzekomy maku – silnie porażony liść (fot. M. Korbas)

Fot. 23. Mączniak rzekomy maku – silnie porażona roślina, objawy na górnej stronie blaszki liściowej (fot. E. Jajor)

Fot. 24. Czarna zgorzel maku – objawy na liściach (fot. E. Jajor)

Fot. 25. Czarna zgorzel maku – objawy na pędach (fot. M. Korbas)

Fot. 26. Czarna zgorzel maku – wyłamywanie się pędów (fot. M. Korbas)

Fot. 27. Czarna zgorzel maku – objawy na torebkach nasiennych (fot. M. Korbas)

Fot. 28. Szara pleśń – struktury grzyba na blaszce liściowej (fot. M. Korbas)

Fot. 29. Szara pleśń – struktury grzyba na pąku kwiatowym (fot. E. Jajor)

Fot. 30. Szara pleśń – całkowicie porażony pąk kwiatowy (fot. M. Korbas)

Fot. 31. 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 maku. 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, w tym płodozmian oraz terminowa i staranna uprawa roli (Kotecki i wsp. 2020).

Wielu autorów wskazuje na konieczność przestrzegania odpowiedniego zmianowania miedzy 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 poprzednikach latach resztek pożniwnych (Budzyński i Zając 2010; Kotecki i wsp. 2020). Głównym celem starannej uprawy jest takie przygotowanie gleby, które zapewni optymalne warunki do wschodów. Resztki roślinne, jako potencjale źródło infekcji, powinny być zawsze staranie niszczone i głęboko przyorane. Przerwa w uprawie maku powinna jak najdłuższa i wynosić przynajmniej 4–5 lat. Odpowiedni płodozmian, w tym dobór odpowiednich przedplonów, ma znaczenie również przy ograniczaniu porażenia przez *S. sclerotiorum* i *B. cinerea*, które porażają wiele gatunków roślin uprawnych, w tym mak. Jest to ważne ze względu na występujące w glebie sklerocja tych grzybów lub inne struktury, które mogą zachować żywotność, czyli zdolność do porażania 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 znacznie 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 porażonych roślin i porażonych nasion, które są z reguły mniejsze, lżejsze lub pozlepiane strukturami patogenów. Materiał powinien pochodzić ze zdrowych 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, pawężniczak makowy, zmiennik dwukropek. Uszkodzenia tkanek przez te szkodnik tworzą bramy wejścia dla wielu patogenów np. sprawców szarej pleśni, czy czarnej plamistości maku. Wałkowski (2005) w kontekście czarnej zgorzeli maku zaznacza, że opanowanie wnętrza 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 systematyczne usuwać i niszczyć porażone rośliny maku siewnego i maków dzikorosnących. Należą one bowiem do istotnych źródeł wtórnych infekcji wielu chorób np. mączniaka rzekomego (Kochman i Węgorek 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 pożniwnych, 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 pożniwnych, 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 pożniwnych, staranna agrotechnika – głęboka orka, unikanie zbyt gęstego siewu, zwalczanie chwastów, niszczenie maków dzikorosnących w sąsiedztwie plantacji; opryskiwanie przy użyciu fungicydów

Mączniak rzekomy maku	dokładne niszczenie resztek pożniwnych, 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 dzikorosnących w sąsiedztwie plantacji; opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Pleosporoza maku (Czarna zgorzel maku; Sucha zgnilizna maku)	dokładne niszczenie resztek pożniwnych, 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 pożniwnych, 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 *S. sclerotiorum*)
Zgorzel siewek	prawidłowe zmianowanie, niszczenie resztek pożniwnych, zapewnienie optymalnych warunków do wschodów roślin, zdrowy materiał siewny, unikanie zbyt gęstego siewu, unikanie gleb ciężkich, podmokłych, zaskorupiających się
Bakteriozy	niszczenie resztek pożniwnych, 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 dzikorosnących 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 st. – wyższa ocena oznacza mniejsze 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.	BorowskiBiały	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 mączniak rzekomego w innych krajach stosowany jest środek biologiczny - Polyvesum WP zawierający *Pythium oligandrum*, przeznaczony do ochrony strefy korzeniowej i nadziemnej przed chorobami. *P. oligandrum* jest nadpasożytem, rozkłada strzępki grzybów patogenicznych poprzez rozkład enzymatyczny, stymulując jednocześnie mechanizmy odpornościowe chronionej rośliny, poprzez wprowadzenie 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, bowiem 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: azoksytrobina i fluksystrobina, z grupy chemicznej triazole: dienokonazol, protiokonazol i tebukonazol oraz z grupy chemicznej karboksyamidy - fluopyram. Istnieje możliwość również 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 powinno się stosować w temperaturze powyżej 12°C. Należy zwrócić uwagę aby pasy kolejnych przejazdów opryskiwania nie nakładały się. Najlepiej, z uwagi na konieczność ochrony organizmów pożytecznych i negatywnego oddziaływania słońca na rośliny w czasie opryskiwania, zabiegi wykonywać wieczorem.

Wszystkie potrzebne dane na temat zarejestrowanych zapraw i fungicydów można uzyskać na stronie: http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin.

6. Ograniczanie strat powodowanych przez szkodniki

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników

W warunkach agroklimatycznych Polski mak jest uprawą małoobszarową, niemniej plantacje maku może uszkadzać kilka gatunków szkodliwych owadów (tab. 11). Niewielki areał uprawy, jak i inne czynniki powodują, że szkodniki maku zwykle nie występują licznie 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 liczniejszego wystąpienia szkodników maku, szczególnie w lata wyjątkowo ciepłe i suche. Aktualnie poważniejsze zagrożenie w uprawie maku stanowią mszyce, tuszel makówkowiec, 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 (*Aphis fabae*)	++
Tuszel makowiec (*Stenocarus ruficornis*)	++
Pawężnik makowy (*Timaspis papaveris=Iraella luteipes*)	++
Chowacz makówkowiec (*Ceutorhynchus macula-alba*)	++
Ptaki (Aves)	++
Mączlik warzywny (*Aleyrodes proletella*)	++
Pryszczarek makówkowiak (*Dasineura papaveris*)	+
Zmienik dwukropek (*Calocoris norvegicus*)	+
Pędraki (Rutelidae)	+
Rolnice (Agrotinae)	+
Gąsienice motyli (Lepidoptera)	+
Gryzonie (Rodentia)	+

++ szkodnik ważny + szkodnik o znaczeniu lokalnym

Wśród szkodników maku należących do pluskwiaków równoskrzydłych zagrożenie mogą stanowić mszyce – głównie mszyca burakowa (*Aphis fabae* Scop.) (fot. 32), 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. 33). 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 ciepłej pogody. Ostatnie ciepłe lata spowodowały, że na plantacjach maku coraz liczniej i powszechniej zaczął pojawiać się mączlik warzywny (*Aleyrodes proletella* L.) (fot. 34), którego szkodliwość jest podobna, jak w przypadku mszyc. Natomiast spośród pluskwiaków różnoskrzydłych lokalnie w większym

nasileniu może pojawiać się zmiennik dwukropek (*Calocoris norvegicus* Gmelin) żerujący na liściach, pędach i kwiatach maku. Zarówno osobniki dorosłe, jak i larwy zmienników wysysają soki z tkanek rośliny, powodując deformacje i zasychanie jej fragmentów (Wałkowski 2003).

Fot. 32. Mszyca burakowa na liściu (fot. P. Strażyński)

Fot. 33. Mszyca burakowa na makówce (fot. T. Klejdysz)

Fot. 34. Mączlik warzywny (fot. P. Strażyński)

Na plantacjach maku szkody mogą wyrządzać chrząszcze z rodziny ryjkowcowatych (Curculionidae). Tuszel makowiec (*Stenocarus ruficornis* Steph.) swój rozwój odbywa na maku polnym – *Papaver rhoeas* L. i maku lekarskim *P. somniferum* L. Dorosłe osobniki tuszela makowca pojawiają się wiosną i uszkadzają wschody maku żerując na młodych liściach. 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 maku. Od maja do lipca samice tuszela składają pojedyncze jaja pod skórka 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, a szkodnik rozwija jedno pokolenie w ciągu roku (Stanev 1960; Nespiak i Opyrchałowa 1979; Wałkowski 2003; Rotrekl 2010; Bečka i wsp. 2010; 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 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 makówkowca żerują w torebkach na niedojrzałych nasionach. W jednej dojrzewającej torebce może występować do 20 larw. Pod koniec żerowania wnętrze torebki zwykle ulega zapleśnieniu na skutek nagromadzenia odchodów larw lub jest ona wtórnie porażana przez sprawców chorób maku. Wyrośnięte, dorosłe larwy przegryzają ściany torebki i spadają na ziemię, w której się przepoczwarczają (fot. 35) (Nespiak i Opyrchałowa 1979, Wałkowski 2003, Laštůvka 2009).

Fot. 35. Otwory w makówce wygryzione przez larwy chowacza makówkowca (fot. P. Strażyński)

Pawężnik makowy (*Timaspis papaveris* Kief.=*Iraella luteipes* Thomson) to niewielka błonkówka długości około 3 mm z rodziny galasówkowatych (Cynipidae) (fot. 36). Na plantacjach maku pojawia się od końca kwietnia do początku lipca. W czerwcu samice pawężnika składają jaja pod skórką lub w wiązki sitowo-naczyniowe łodyg. Żółtobiałe larwy żerują wewnątrz łodyg (fot. 37), przez co ograniczone zostaje krążenie substancji odżywczych do górnych partii roślin i są one bardziej podatne na złamania. Z kolei torebki opanowanych przez larwy pawężnika roślin maku 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 (Wałkowski 2003; Šedivý i Cihlař 2005).

Pryszczarek makówkowiak (*Dasineura papaveris* Winn.) to muchówka z rodziny pryszczarkowatych (Cecidomyiidae). Szkodliwe są jej żółtopomarańczowe larwy żerujące nawet po kilkadziesiąt wewnątrz torebek. Z zewnątrz makówka wygląda normalnie, ale wewnątrz tworzą się galasy, przegrody torebki są nabrzmiałe, a między nimi widać żerujące larwy. Uważa się, że samice pryszczarka makówkowiaka do składania jaj wykorzystują

otwory w makówkach wygryzione wcześniej przez chowacza makówkowca, jednak nie wiadomo, czy jest to ścisła zależność (Barnes 1949; Wałkowski 2003; Ellis 2020).

Fot. 36. Pawężnik makowy (fot. T. Klejdysz)

Fot. 37. Larwy pawężnika makowego (fot. A. Bartkowski)

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. 38).

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 rolnic 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. 38. Makówka uszkodzone 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).

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">MSZYCA BURAKOWA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">MĄCZLIK WARZYWNY</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">ZMIENIK DWUKROPEK</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>TUSZEL MAKOWIEC</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">CHOWACZ MAKÓWKOWIEC</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">PAWĘŻNIK MAKOWY</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">PRYSZCZAREK MAKÓWKOWIEC</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">PTAKI</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">GĄSIENICE USZKADZAJĄCE LIŚCIE</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">SZKODNIKI GLEBOWE</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kiełkowanie 00–09</td><td>Rozwój liści 10–19</td><td>Wzrost pędu 21–39</td><td>Rozwój kwiatostanu 51–59</td><td>Kwitnienie 61–69</td><td>Rozwój owoców i nasion 71–79</td><td>Dojrzewanie owoców i nasion 80–89</td><td>Zamieranie 91–99</td></tr>
</table>

Rys. 1. Terminy występowania najważniejszych szkodników maku.

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).

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. 39). Właściwa uprawa przedsiewna i pożniwna ogranicza zagrożenie ze strony szkodników, szczególnie glebowych i tych, których stadia zimują w glebie.

Fot. 39. Kolonia mszycy burakowej na maku polnym (fot. P. Strażyński)

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 wszystkich szkodników, szczególnie groźnych dla wschodów. Istotna jest także obsada roślin. Zbyt gęsty siew ułatwia szkodnikom rozprzestrzenianie się, natomiast siew 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 pożniwnych, mających na celu dokładne rozdrobnienie pozostałości roślinnych (miejsc zimowania i rozwoju niektórych szkodników), ograniczenie nasion chwastów, w tym wieloletnich. Uprawę pożniwną powinna kończyć głęboka orka jesienna, 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 środków 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 jednym z przejawów 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. Monitoring prowadzi się przede wszystkim w oparciu o lustracje wzrokowe, czy w przypadku szkodników glebowych – przesiewanie gleby. Przydatne są również inne metody, takie jak czerpakowanie czy tablice lepowe. Podstawową metodą lustracji plantacji jest lustracja wzrokowa (obchód pieszo). W zależności od kształtu pola, powinna obejmować brzeg oraz dwie przekątne plantacji. W zależności od gatunku agrofaga, należy sprawdzić średnią liczbę szkodników na 1 m^2 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 lustracji 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 roku, 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 szczegółowe 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 to także zdrowsze środowisko.

6.4. Systemy wspomagania 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 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.

Więcej informacji na:
www.ior.poznan.pl, www.iung.pulawy.pl, www.ihar.edu.pl, www.imgw.pl, www.minrol.gov.pl, www.cdr.gov.pl, www.piorin.gov.pl

6.5. Chemiczne metody ochrony

Decydując się na zastosowanie danego środka ochrony roślin należy przeanalizować liczbę i rodzaj zabiegów wykonanych w latach wcześniejszych. Ma to szczególne znaczenie w aspekcie uodporniania 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 aktywną. 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 zwalczenia 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 pożyteczną 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 i 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 i grzyby owadobójcze, biedronki, złotooki, bzygowate, muchówki z rodzaju *Aphidoletes*, gąsieniczniki, pająki, gryzonie i ptaki zjadające chrząszcze (i ich larwy) oraz gąsienice.

Aktualnie w Polsce brak zarejestrowanych insektycydów 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-cypermetrynę zwalczającą mszyce, deltametrynę i cypermetrynę zwalczające tuszela makowca oraz z grupy neonikotynoidów – acetamipryd zwalczający pryszczarka makówkowiaczka (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:

1. Mimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji.
2. Miejscem występowania skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz rożne miejsca na plantacji.
3. Pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany herbicyd zostały zwalczone.
4. Z historii pola wynika, że stopniowo pogarszała się efektywność stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku (gatunków).
5. Na polu stosowano przez wiele lat te same herbicydy (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania.
6. Na sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd lub tę samą grupę chemiczną.

Ważnym i efektywnym działaniem w walce z groźnymi i silnie rozprzestrzeniającymi się gatunkami chwastów są integrowane systemy ochrony z uwzględnieniem właściwej agrotechniki, płodozmianu i ochrony niechemicznej (zabiegi mechaniczne), w których liczba zabiegów herbicydowych jest zredukowana do uzasadnionego ekonomicznie minimum. Pola, na których nie stosuje się prawidłowego płodozmianu lub znacznie się go ogranicza na rzecz np. dużego udziału zbóż ozimych lub wprowadza się uproszczenia zabiegowe (np. brak orki głębokiej) są szczególnie narażone na wyselekcjonowanie osobników odpornych na herbicydy. Elementem skutecznie ograniczającym ryzyko powstania odpornych chwastów jest więc tradycyjny płodozmian, w którym zboża stanowią maks. 50 proc. 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. Niemałe znaczenie ma także stosowane kwalifikowanego i pozbawionego nasion chwastów materiału siewnego.

Duży wpływ na powstawanie odporności mają właściwości biologiczne poszczególnych gatunków chwastów. Gatunki wydające dużą liczbę nasion z jednej rośliny, dające kilka pokoleń w ciągu roku, o nasionach łatwo rozprzestrzeniających się na duże odległości, a także obcopylne wykazują dużą zmienność genetyczną, dzięki czemu w populacji występuje wiele biotypów. U tych gatunków odporność na herbicydy pojawia się znacznie szybciej, w porównaniu z gatunkami o mniejszym zróżnicowaniu biologicznym i genetycznym. Obecnie w Polsce gatunkami, u których najszybciej rozwija się odporność są gatunki jednoliścienne: miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), wyczyniec polny (*Alopecurus myosuroides*), w mniejszym stopniu owies głuchy (*Avena fatua*), stokłosy (*Bromus* spp.), a z gatunków dwuliściennych: chaber bławatek (*Centaura cyanus*). Należy jednak zaznaczyć, że odporność może dotyczyć każdego gatunku chwastu. Szybkość selekcji biotypów odpornych na herbicydy uzależniona jest także od mechanizmu działania herbicydów. Odporność chwastów najszybciej pojawiła się po wprowadzeniu do rolnictwa herbicydów sulfonylomocznikowych, które działają jako inhibitory syntetazy acetylomleczanowej (ALS). Środki te charakteryzują się dużą aktywnością biologiczną w bardzo małych dawkach i ze względu na stosunkowo niski koszt są przez wielu rolników chętnie stosowane. Decydując się na chemiczną metodę odchwaszczania, należy stosować herbicydy z różnych grup chemicznych i o różnym mechanizmie działania (nie wystarczy stosowanie innej substancji z tej samej grupy chemicznej). Przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel klasyfikujących herbicydy według mechanizmu działania np. opracowanych wg HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Wprowadzenie rotacji herbicydów (o różnym mechanizmie działania) nie tylko znacznie opóźni pojawianie się odporności na polu, ale także pomoże w doborze odpowiedniego herbicydu do zwalczania osobników, które odporność na herbicydy już nabyły. Każdy producent roślinny i doradca powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg HRAC i zgodnie z poniższą tabelą (tab. 13) dokonywać rotacji herbicydów. W praktyce bardzo rzadko spotyka się odporność na jedną substancję czynną (odporność prosta), częściej występuje odporność krzyżowa na co najmniej dwie substancje z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania. Możliwa, ale znacznie rzadsza jest odporność wielokrotna dotycząca dwóch lub więcej substancji o różnych mechanizmach działania. Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania herbicydów znacznie przyczynia się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększa prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania biotypów odpornych. Tabela 9. 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 (FOPs)	chizolafop-P fenoksaprop-P fluazyfop-P propachizafop haloksyfop-R diklofop metylu
		cykloheksanediony (DIMs)	cykloksydym kletodym tralkoksydym setoksydym
		fenylopirazoliny	pinoksaden
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	sulfonylomoczniki	amidosulfuron chlorosulfuron flazasulfuron jodosulfuron mezosulfuron metsulfuron metyl foramsulfuron rimsulfuron tifensulfuron triasulfuron sulfosulfuron triflursulfuron tritosulfuron prosulfuron nikosulfuron
		imidazolinony	imazamoks
		triazolopirimidyny	florasulam
		sulfonyloaminokarbonylotriazolinony	propoksykarbazon sodowy
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C1	triazyny	terbutylazyna
		triazynony	metamitron metrybuzyna
		uracyle	lenacyl
		pyridazinony	chlorydazon
		fenylokarbaminiany	desmedifam fenmedifam

Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C2	moczniki	linuron chlorotoluron izoproturon
Inhibiotory fotosyntezy w fotosystemie II	C3	nitryle	bromoksynil
		benzotidiazinony	bentazon
Inhibitory fotosystemu I	D	dwupirydyle	dikwat
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfiynogenowej (PPO)	E	dwufenyloetery	bifenoks oksyflurofen
		fenylopyrazole	pyraflufen etylu
		triazolinony	karfentrazon
Inhibitory syntezy barwników	F1	pirydynokarboksamidy	diflufenikan
		inne	flurochloridon
	F2	trójketony	mezotrion sulkotrion tembotrion
		izoksazole	izoksaflutol
	F3	izoksazolidinony	chlomazon
Inhibitory enzymu syntazy EPSP	G	aminofosfoniany	glifosat
Inhibitory enzymu syntetazy glutaminowej	H	aminofosfoniany	glufosynat amonowy
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	dwunitroaniliny	pendimetalina
		benzamidy	propyzamid
	K2	karbaminiany	chlorprofam
	K3	chloroacetamidy	acetochlor dimetachlor matazachlor metolachlor dimetamid napropamid petoksamid flufenacet
Inhibitory syntezy lipidów o działaniu innym niż grupa A	N		prosulfokarb etofumesat

Syntetyczne auksyny	O	kwasy fenoksykarboksylowe, pochodne kwasu pyridinokarboksylowego, pochodne kwasu benzoesowego	2,4-D dichlorprop-P MCPA MCPB mekoprop dikamba chlopyralid fluroksypyr pikloram chinomerak aminopyralid pikloram trichlopyr
Nieznany mechanizm działania	Z		chinochlamina siarczan żelaza

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 stosowne 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 rozprzestrzenianiu zarodników (Węgorek i wsp. 2013).

Substancje nieselektywnie działające wielostronnie, zaburzają w komórkach grzybów jednocześnie wiele procesów, np. zakłócają procesy energetyczne regulowane wieloma genami. W tym przypadku ryzyko uodparniania się grzybów jest bardzo małe (Kryczyński i Weber 2010). Właściwości tych substancji są wykorzystywane miedzy 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, Sclerotina sclerotiorum,* odporne na s.cz. fungicydów w uprawach różnych roślin. Na przykład, gdy do zwalczania *B. cinerea,* sprawcy szarej pleśni komonicy, używana będzie, w przypadku zarejestrowania, s.cz. z grupy chemicznej benzimidazole, to ryzyko, że ten gatunek grzyba się może 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 stosowanie metod niechemicznych (biologiczna, hodowlana, agrotechniczna), ponieważ w ten sposób ogranicza się stosowanie środków chemicznych, a to zmniejsza ryzyko powstawania odporności.

Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania fungicydów znacznie przyczyni się do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku już wystąpienia odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych. Tabela 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	benzimidiazole	tiofanat metylowy
	B3	benzamidy	zoksamid
	B4	pochodne fenylomocznika	pencykuron
	B5	benzamidy	fluopikolid
Zakłócenie procesów oddychania	C2	fenylobenzamidy	flutolanil
	C2	pirydynyloetylobenzamidy	fluopyram

	C2	karboksyamidy	biksafen, boksalid, fluksapyroksad, izopirazam, karboksyna, penflufen, pentiopyrad, sedeksan, boskalid
	C3	strobiluryny	azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, krezoksym metylowy, pikoksystrobina, piraklostrobina, trifloksystrobina
	C3	oksazolidyny	famoksat
	C3	imidazoliny	fenamidon
	C4	cyjanoimidiazole	cyjazofamid
	C5	pochodne aniliny	fluazynam
	C7	tiofenokarboksyamidy	siltiofam
	C8	pochodne pirymidynoamin	ametoktradyna
Hamowanie biosyntezy aminokwasów i białek	D1	anilinopirymidyny	cyprodynil, mepanipirym. pirimetanil
Zakłócanie przekazywania sygnałów osmotycznych	E1	fenoksychinony	chinoksyfen
	E1	chinazoliny	proquinazid

	E2	fenylopirole	fludioksonil
	E3	dikarboksymidy	iprodion
Zakłócanie syntezy lipidów	F4	karbaminiany	propamokarb
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	G1	imidazole	imazalil, prochloraz
	G1	triazole	bromukonazol, cyprokonazol, difenokonazol, epoksykonazol, flutriafol, fenbukonazol, ipkonazol, metkonazol, myklobutanil, penkonazol, propikonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol, triadimenol, tritikonazol
	G2	ketoaminy	spiroksamina
	G2	morfoliny	fenpropidyna, fenpropimorf
	G3	hydroksyanilidy	fenheksamid
	G3	pirazole	fenpyrazamina
Blokowanie syntezy celulozy w ścianach komórkowych	H5	amidy	mandipropamid

	H5	karbaminiany	bentiowalikarb, welifanalat
	H5	pochodne kwasu cynamonowego	dimetomorf
Mechanizm działania nie jest w pełni poznany	U	iminoacetylomoczniki	cymoksanil
	U	fosfoniany	fosetyl-Al, fosfonian dipotasu
	U6	fenyloacetamidy	cyflufenamid
	U8	pochodne ketonu difenylowego	metrafenon
	U8	pochodne arylofenyloketonu	pyriofenon
	U12	pochodne guanidyny	dodyna
Mechanizm działania jest wielokierunkowy	M1	związki miedziowe	tlenochlorek miedziowy, tlenek miedzi, trójzasadowy siarczan miedzi, wodorotlenek miedziowy
	M2	związki siarkowe	siarka
	M3	ditiokarbaminiany	mankozeb, metiram, propineb, tiuram
	M4	ftalamidy	folpet, kaptan
	M5	chloronitryle	chlorotalonil

	M9	antrachinony	ditianon

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 ilości osobników w kolejnych pokoleniach zwalczanej populacji. Im większe zróżnicowanie genetyczne zwalczanego gatunku, tym większe prawdopodobieństwo szybkiego wyselekcjonowania się osobników odpornych. Duże znaczenie mają również inne cechy gatunkowe, takie jak płodność, ilość pokoleń w sezonie wegetacyjnym, zdolność do migracji i rozprzestrzeniania się w środowisku, przeżywalność i inne. Szybkość wykształcania się odporności zależy również od właściwości fizykochemicznych substancji czynnych oraz mechanizmu lub mechanizmów ich działania (Malinowski 2003).

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

1. Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, stosować metody agronomiczne i biologiczne, ograniczając użycie środków chemicznych do bezwzględnego minimum.
2. Podstawowym działaniem zapobiegającym zjawisku odporności jest stały monitoring poziomu wrażliwości zwalczanych organizmów na stosowane do ich zwalczania substancje chemiczne.
3. Należy zminimalizować presję selekcyjną środkami chemicznymi poprzez stałą rotację substancji czynnych z różnych grup chemicznych i o różnych mechanizmach działania.
4. W niektórych przypadkach (głównie w odniesieniu do chwastów) zaleca się stosowanie mieszanin substancji czynnych z różnych grup chemicznych.
5. Stosować środki ochrony roślin zgodne z etykietą.
6. Terminy zabiegów i dawki preparatów dostosować optymalnie do najbardziej wrażliwego stadium 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 (bakterie, grzyby) oraz makroorganizmów (drapieżne roztocze oraz drapieżne i pasożytnicze owady) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. Taką walkę nazywamy metodą biologiczną, polegającą na trzech głównych metodach:

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

W uprawach polowych małoobszarowych, w tym na uprawach maku można wykorzystać ochronę organizmów pożytecznych. Metodę konserwacyjną polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów poprzez urozmaicenie krajobrazu, tworzeniu 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. P**ola uprawne maku stwarzają dobre warunki bytowania oraz rozwoju bardzo wielu gatunków owadów. Obok szkodników maku takich jak: mszyca burakowa, tuszel makowiec, pawężnik makowy, chowacz makówkowiec czy mączlik warzywny uprawą zagrażają również szkodniki glebowe, (drutowce, lenie, pędraki i rolnice) można spotkać na polu i wiele gatunków organizmów pożytecznych. 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, warto więc je dobrze poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie relacji występujących pomiędzy

szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieżnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca-ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż 1 ofiary. Drugą formą dwóch organizmów jest **pasożytnictwo,** w której jeden czerpie korzyści, drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa nazywamy pasożytem, który wykorzystuje stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia i środowisko życia, a tego, który ponosi szkody - żywicielem. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne, kiedy pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt) lub wewnątrz jego ciała (endopasożyt). W obrębie pasożytów wyróżnia się **parazytoidy**. Parazytoidy są to pasożyty, których larwy zabijają żywiciela, a dorosłe osobniki żyją wolno. Większość pasożytów szkodników to parazytoidy (Kochman i Węgorek 1997).

Jedną z ważniejszych grup 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 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny *Coccinellidae* są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności *Coccinellidae* wpływać może cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne takie jak np. inni drapieżcy z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej *Coccinellidae*. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą biedronka siedmiokropka (fot. 40) *Coccinella septempunctata*, biedronka dwukropka *Adalia bipunctata*, biedronka wrzeciążka *Propylea quatuordecimpunctata* i skulik przędziorkowiec *Stethorus punctillum*. a ostatnio biedronka azjatycka (fot. 41) *Harmonia axyridis*. Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich 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 wierzb w niewielkich skupiskach – zwykle po 2 do 16 sztuk (Pruszyński, Lipa 1970). Są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do dwóch tysięcy mszyc. Dorosłe owady zjadają od 30 nawet do 250 w ciągu dnia. Niektóre gatunki, np. biedronka dwukropka, bywa wykorzystywanych w rolnictwie, do biologicznego zwalczania mszyc, natomiast biedronka pokropka wysączka (fot. 42) *Halyzia sedecimguttata* jest jedynym gatunkiem w Polsce żywiącym się grzybami.

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). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce taksonomicznie do jednej z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich

prowadzi naziemny tryb życia – na powierzchni oraz w wierzchnich warstwach organicznych gleby, gdzie poszukują pożywienia, rozmnażają się i zimują. Wyróżnia się biegacze epigeiczne, ściółkowo-glebowe i glebowe. Większość owadów dorosłych jak również larw żeruje nocą. Larwy biegaczowatych są bardzo ruchliwe, a często również bardziej drapieżne niż dorosłe. Wśród biegaczowatych występuje zjawisko specjalizacji pokarmowej. Ich ofiarami mogą być larwy i postaci dorosłe owadów, pierścienice, ślimaki i inne drobne organizmy w tym również organizmy drapieżne (Ignatowicz i Olszak 1998). Do ofiar biegaczowatych zaliczają się również mszyce, gąsienice motyli np. rolnic, lub larwy, nieruchome poczwarki owadów oraz dżdżownice. Przypuszczalnie to właśnie stanowiska roślinne z udziałem krzewów i drzew mają największe znaczenie w programach biologicznej walki ze szkodnikami roślin, bowiem charakteryzują się one bogatym składem gatunkowym biegaczowatych. Czynnikiem wpływającym na różnorodność i wielkość zgrupowań biegaczowatych jest nawożenie mineralne i organiczne. Biegacze (fot. 43) mogą być wskaźnikiem bioróżnorodności w fitocenozach klimatu umiarkowanego, z uwagi na ich dobrze poznaną systematykę oraz łatwość pozyskania materiału. W Wielkopolsce na powierzchni pól uprawnych integrowanej produkcji ok. 50% badanych zgrupowań stanowił *Harpalus rufipes*. Innymi gatunkami licznie występującymi na polach są: *Calathus ambiguus, Bembidion quadrimaculatum* i *Poecilus cupreus* oraz *Pterostichus melanarius* (Nietupski 2015).

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych (fot. 44) *Staphylinidae* należą do owadów ograniczających liczebność szkodników. Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne jak i imagines na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród *Staphylinidae* należą: rydzenica *Aleochora 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: bzygowate *Syrphidae* oraz rączycowate *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 (fot. 45) są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. W związku z tym *Syrphidae* stanowią, potencjalne źródło afidofagów dla pobliskich agrocenoz. Bzygowate mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżników. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na lniance. Wynika to z faktu, że larwy *Syrphidae* są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo”, stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice *Syrphidae*

składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego 1 osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc.

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżcy reprezentujący rodziny: tasznikowate *Miridae,* dziubałkowate *Anthocoridae* oraz tarczówkowate *Pentatomidae*. Zwłaszcza dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* w ograniczaniu liczebności mszyc i skoczków, jaj i larw słodyszka, pchełek oraz młodych gąsienic miniarek lub bielinkowatych. 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 zażartkowatych *Nabidae*.

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników maku mają również sieciarki *Neuroptera* z często dominującym złotookiem pospolitym (fot. 46) (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne a na koniec sezonu wegetacyjnego zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również błonkówki *Hymenoptera*. Są to głównie drapieżne mrówkowate *Formicidae*, a także pasożytnicze gąsienicznikowate *Ichneumonidae*. Pola 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 odstraszania napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady.

Pająki (fot. 47) *Araneae* jako niewyspecjalizowani drapieżcy niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach i trwałym elementem agrocenoz. Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych czynników, stanowią dobry obiekt badań środowiskowych. W Polsce żyje około ośmiuset gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pająków tworzy sieci łowne pionowe lub poziome, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Pająki nie są zbyt lubianymi zwierzętami, a wielu ludzi się ich obawia. Mimo to, są jednak bardzo pożytecznymi stworzeniami, gdyż ograniczają liczebność owadów, także tych pasożytniczych i wyrządzających szkody. Ich pożyteczna działalność objawia się zarówno w środowisku naturalnym, jak również w naszych własnych domach, zamieszkiwanych przez wiele synantropijnych gatunków. Warto więc pamiętać o tej pozytywnej roli pająków w naszym życiu.

Mechanizmy regulujące liczebność gatunków szkodliwych w środowisku naturalnym cały czas funkcjonują, ale można je dodatkowo stymulować, np. dostarczając wrogom naturalnym 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).

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

Fot. 40. Biedronka siedmiokropka (fot. P. Strażyński)

Fot. 41. Biedronka azjatycka (fot. P. Strażynski)

Fot. 42. Pokropka – biedronka grzybożerna (fot. K. Nijak)

Fot. 43. Biegacz złocisty (fot. K. Nijak)

Fot. 44. Przedstawiciel rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

Fot. 45. Larwa bzygowatych (fot. P. Strażynski)

Fot. 46. Złotook pospolity (fot. P. Strażyński)

Fot. 47. 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, choroby, 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 bezpośrednie 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 pszczół określanych mianem dziko żyjących, wśród których powszechnie znane są trzmiele *Bombus* sp.. Należy pamiętać, że obok znanej pszczoły miodnej w Polsce występuje ponad 450 gatunków innych pszczół (Banaszak 1987; Pruszyński 2008). Mak jest odwiedzany przez dużą liczbę gatunków zapylających, wśród których dominują pszczoły dziko żyjące i motyle. Szacuje się, że na skutek udziału pszczół w zapylaniu maku. Przedstawione, w tym i poprzednim rozdziale przykłady organizmów pożytecznych mają przede wszystkim zobrazować dużą rolę tych organizmów jako sprzymierzeńców producenta 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:

- racjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin i oparcie decyzji na ocenianym na bieżąco realnym zagrożeniu uprawy lnianki 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. Zalecać należy stosowanie przebadanych mieszanin środków ochrony roślin i nawozów płynnych, co ogranicza liczbę wjazdów na pole i zmniejsza mechaniczne uszkadzanie 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 miejsce 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 omłaca 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 omłóconych 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 wdrażanie zaleceń integrowanej ochrony roślin

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

Jednostki doradztwa rolniczego funkcjonują na podstawie ustawy z 22 października 2004 roku o jednostkach doradztwa rolniczego (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 22.06.2016 roku o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego stały się państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną. Nowelizacja ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego z 2016 roku wprowadziła podległość wojewódzkich jednostek doradztwa rolniczego do ministra właściwego do spraw rozwoju wsi.

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

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

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

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

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

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

Usługi z zakresu doradztwa rolniczego są realizowane również w ramach działalności ustawowej Izb Rolniczych, działających na podstawie ustawy z 14.12.1995 r. (Dz.U. z 2002

nr 101, poz.927 z późn. zm.) o izbach rolniczych. Izby Rolnicze funkcjonują w każdym z 16 województw, zatrudniają doradców i ściśle współpracują z ośrodkami doradztwa rolniczego. Prywatne podmioty doradcze działają na podstawie ustawy z 2.07.2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej (Dz.U. z 2013 r. poz. 672.).

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

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

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

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

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

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

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

<u>Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020</u>

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 roku ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin.

Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin stanowi wykonanie zobowiązań wynikających z postanowień dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str.71). KPD tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany. Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w Krajowym Planie Działania, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w artykule 4 mówi wyraźnie "Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5–15", a w artykule 13, "Państwa członkowskie ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. W szczególności zapewniają one, aby użytkownicy

profesjonalni mieli do dyspozycji informacje i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych i podejmowania odpowiednich decyzji, jak również usługi doradcze w zakresie integrowanej ochrony roślin". Zatem to na Państwie Polskim ciąży obowiązek stworzenia odpowiednich systemów i zapewnienia rolnikom narzędzi umożliwiających stosowanie integrowanej ochrony roślin, co wiąże się z określonymi nakładami finansowymi.

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

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

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej ochrony roślin

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

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć należą:

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

progu szkodliwości, najefektywniejszym sposobem redukcji populacji może się okazać zastosowanie skutecznego 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 gospodarstw tych jest od 2016 r. prowadzona przez merytorycznych doradców, obserwacja nasilenia występowania agrofagów dla uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co 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.

Ośrodki Doradztwa Rolniczego, a mianowicie: Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Lubuski Ośrodek Doradztwa Rolniczego oraz Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego zaangażowały się od 2009 r. do monitoringu plantacji ziemniaków w kierunku obserwacji rozwoju objawów chorobowych zarazy ziemniaczanej. Wyniki monitoringu przekazywano do systemu. Rozwiązanie to umożliwia przetwarzanie wprowadzanych informacji w czasie rzeczywistym i ich prezentację graficzną oraz tabelaryczną na ogólnodostępnej witrynie internetowej: www.ior.poznan.pl. 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 nowa, internetowa Platforma Sygnalizacji Agrofagów. Oprócz ostrzeżeń o niebezpiecznych chorobach, szkodnikach czy chwastach, na stronie publikowane są programy ochrony roślin, a także zalecenia dotyczące prawidłowego i skutecznego zwalczania agrofagów. Platforma została przygotowywana przez Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu we współpracy z Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Instytutem Nawożenia, Uprawy i Gleboznawstwa w Puławach, innymi placówkami naukowo-badawczymi, a także ośrodkami doradztwa rolniczego.

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

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.

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, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi.

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

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

Magazyn środków ochrony roślin:

- powinien znajdować się z dala od budynku mieszkalnego i inwentarskiego, stodół, spichlerzy i innych magazynów spożywczych, a także od studni, ujęć wody pitnej, zbiorników i cieków wodnych w odległości nie mniejszej niż 20 m;
- powinien posiadać nieprzepuszczalną łatwo zmywalną nawierzchnię umożliwiającą dokładne i szybkie usunięcie środka w razie jego rozlania lub rozsypania;
- powinien posiadać własną wentylację i oświetlenie, a w pomieszczeniu temperatura nie powinna spadać poniżej zera w stopniach Celsjusza (najlepiej utrzymywać temperaturę pomiędzy 5–25°C);
- magazyn nie powinien być narażony na nadmierne nasłonecznienie, stąd też powinien posiadać okna ograniczające promieniowanie słoneczne lub odpowiednie nakładki przyciemniające zamontowane na szyby.

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

- wykaz przechowywanych w nim środków ochrony roślin lub innych agrochemikaliów;

- instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy uwzględniająca zasady składowania środków ochrony roślin i agrochemikaliów;
- namiary na telefony do najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego oraz ośrodka toksykologicznego.

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

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, z godnie z zaleceniami etykiety oraz kartą charakterystyki środka. Podstawowym wyposażeniem odzieży ochronnej jest: kombinezon, odpowiednie buty, gumowe rękawice, odporne na działanie środków ochrony roślin, okulary i maska chroniąca oczy, układ oddechowy oraz pokarmowy.

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

Kalibracja (regulacja) opryskiwacza pozwala na stosowanie optymalnych parametrów zabiegu, a efektem pracy jest równomierne naniesienie cieczy użytkowej na opryskiwane obiekty (rośliny lub glebę) przy uwzględnieniu właściwości roślin (faza rozwojowa, wielkość, gęstość) w zróżnicowanych warunkach pogodowych.

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

Regulacje parametrów roboczych opryskiwacza należy wykonać zawsze, gdy dokonuje się zmiany rodzaju środka chemicznego (np. z herbicydu na fungicyd), dawki cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów roboczych (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Ponadto procedurę regulacji opryskiwacza powinno się wykonać na początku

sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczowej), a także przy zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Regularnie należy kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. W trakcie regulacji należy zwrócić uwagę, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy używać zawsze ten sam numer i kolor, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy użytkowej na hektar.

Sporządzanie cieczy użytkowej

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

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

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

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

dodaniu wszystkich składników cieczy użytkowej zbiornik uzupełnia się wodą do wymaganej objętości.

Dobór dawki cieczy użytkowej

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

Przy stosowaniu tradycyjnej techniki opryskiwania zwiększenie zużycia ilości cieczy użytkowej na hektar, można osiągnąć poprzez stosowanie bardzo małej prędkości roboczej i/lub poprzez wyposażenie opryskiwacza w rozpylacze o większym wydatku jednostkowym. Takie rozwiązanie obniża wydajność pracy i zwiększa ogólny koszt zabiegu (częstsze napełnianie zbiornika). Z kolei producenci nowoczesnych opryskiwaczy, szczególnie wykorzystujących pomocniczy strumień powietrza (PSP), podają często spodziewane korzyści związane z oszczędnością zużycia dawek cieczy roboczej i ś.o.r. oraz czasu potrzebnego na wykonanie zabiegów ochronnych. Opryskiwacze z PSP z reguły zużywają o 50% mniej wody i są w stanie opryskać w krótszym czasie dużo większą powierzchnię niż sprzęt konwencjonalny.

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

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

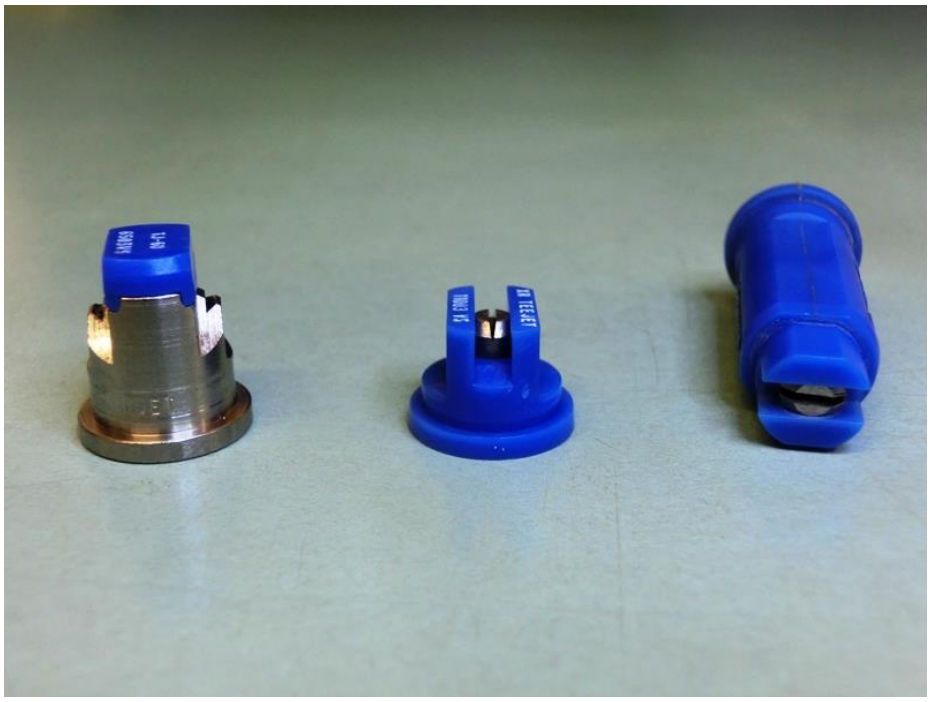
Środki o działaniu kontaktowym wymagają bardzo dobrego pokrycia opryskiwanych roślin i generalnie wymagają stosowania większych dawek cieczy użytkowej niż środki o działaniu systemicznym (układowym). W zabiegach dolistnego dokarmiania oraz łącznego stosowania kilku środków chemicznych (np. fungicyd + insektycyd, insektycyd + fungicyd +

nawóz dolistny) zaleca się stosowanie zwiększonych dawek cieczy użytkowej. Dysponując odpowiednią aparaturą zabiegową (np. opryskiwacze z PSP) dawkę cieczy można zmniejszyć do 100–125 l/ha lub mniej, a pokrycie roślin nadal będzie wystarczające.

Dobór rozpylaczy do zabiegu

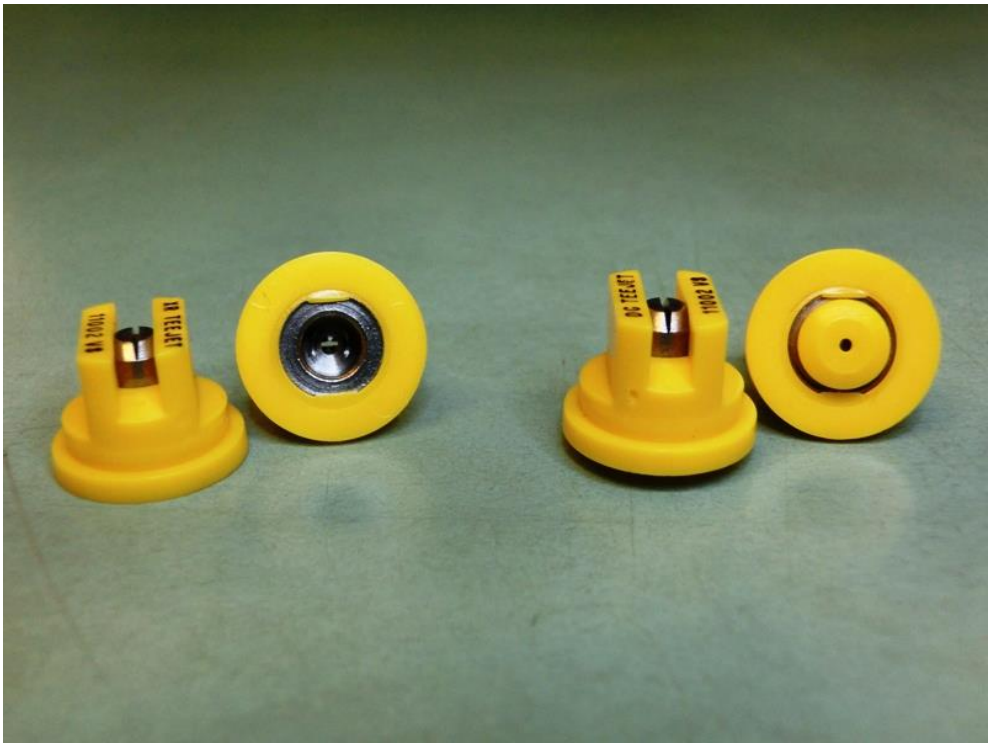
Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie – bezpieczeństwo i skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Ich wyboru często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czaczyk 2012). W zależności od aktualnych potrzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane w etykiecie obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar. Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin, lub też gdy zależy nam na ograniczeniu znoszenia (Kierzek i wsp. 2012). Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala rolnikowi właściwie dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu wg. kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej (fot. 48–52).

Fot. 48. 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)

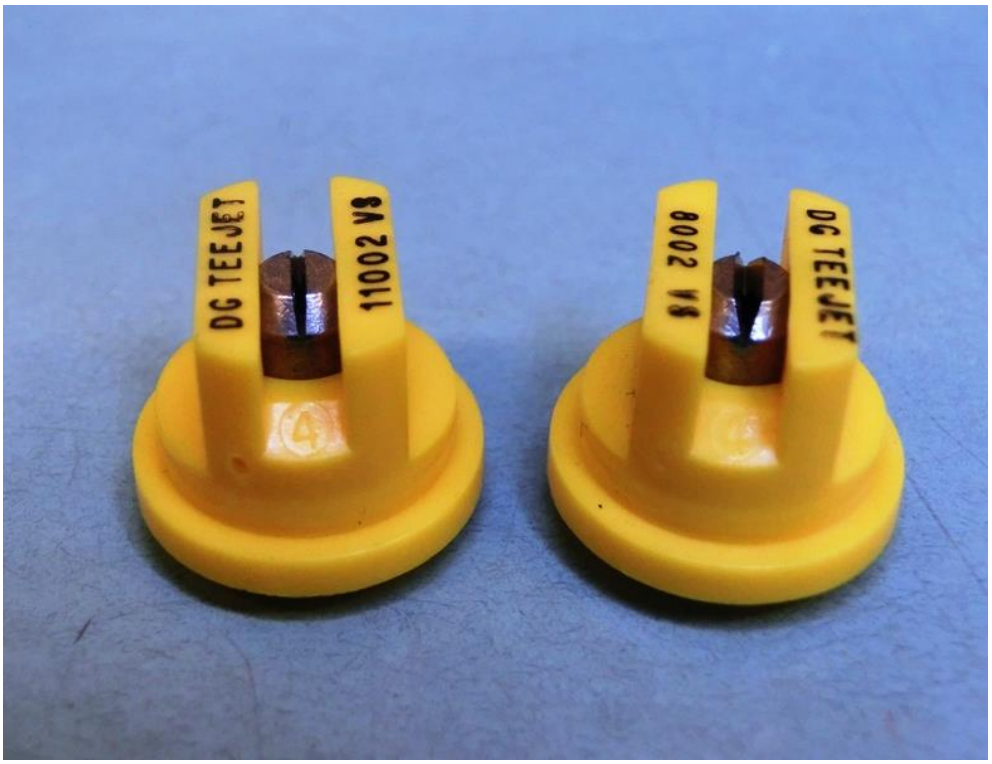


Fot. 49. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz eżektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)

Fot. 50. Rozpylacze jednostrumieniowe rozmiar 02 (żółty): klasyczny (po lewej) i uderzeniowy (po prawej) różnią się charakterystyką wytworzonych kropli, gdy pracują pod tym samym ciśnieniem cieczy. Dla 0,3 MPa, pierwszy klasyfikowany jest jako drobnokroplisty, drugi średniokroplisty (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 51. Rozpylacz wyposażony w kryzę wstępną (po prawej) wytwarza krople większe i mniej podatne na znoszenie niż rozpylacz klasyczny (po lewej), mimo że ukształtowanie szczeliny wylotowej jest takie same (fot. H. Ratajkiewicz)



Fot. 52. 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. 53. 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), **przeciwznoszeniowe** (inaczej antyznoszeniowe lub niskoznoszeniowe) oraz **eżektorowe**.

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

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

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

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

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

Źródło: wg danych z katalogów producentów rozpylaczy

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

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

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych, np. silniejszym wietrze. W zależności od rozmiaru i stosowanego ciśnienia roboczego efekt redukcji znoszenia przy użyciu tego typu urządzeń rozpylających dochodzi nawet do 75–95%. Rozpylacze eżektorowe wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan docierając do głęboko ukrytych części roślin.

W pierwszych konstrukcjach rozpylaczy eżektorowych uzyskiwano optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) dla ciśnień roboczych w granicach od 5 do 8 barów. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadowalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskuje się już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 barów. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%.

Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy (fot. 53). 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 tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania

osiągana 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 rozpylacze o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe, względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

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

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

odczekać parę godzin, do momentu obeschnięcia roślin. Skuteczność działania środków ochrony roślin w różnym stopniu zależy od opadów deszczu. W zależności od preparatu (substancja czynna, forma użytkowa) i dodatków substancji powierzchniowo-czynnych (np. adiuwanty) opad deszczu (powyżej 2 mm) może wyraźnie zmniejszyć skuteczność 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 wyrośniętych oraz przy nierównej powierzchni pola, będącej przyczyną dużych wahań belki polowej.

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

12.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu

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

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

Mycie opryskiwacza jest absolutnie konieczne, gdy kolejny zabieg będzie wykonywany na innej uprawie, a zastosowany środek stwarza ryzyko uszkodzenia roślin w kolejnym zabiegu (np. herbicyd, regulator wzrostu). Szczególnie w uprawie gorczycy 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 30 m – od studni, zbiorników i cieków wodnych, studzienek kanalizacyjnych oraz obszarów wrażliwych na skażenie.

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

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej:

- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest 3-krotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 minut wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i przy mniejszym ciśnieniu roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność taką powtórzyć trzykrotnie) lub jeśli nie jest to możliwe, resztki wykorzystać zgodnie z zaleceniami dotyczącymi zagospodarowania pozostałości płynnych;
- zdemontować wkłady filtrów, oczyścić je i zamontować ponownie na swoje miejsce;
- resztki pozostałej, spuszczonej cieczy z opryskiwacza należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną biodegradację substancji czynnych ś.o.r. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

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

Resztki środków ochrony osiadające na opryskiwaczu w trakcie zabiegu należy skutecznie zmyć, aby zabezpieczyć przed korozją i zużyciem sprzętu oraz ograniczyć zagrożenie dla środowiska i ludzi obsługujących aparaturę zabiegową (Godyń i Doruchowski 2009). Po zakończonym dniu pracy należy umyć wodą całą aparaturę z zewnątrz, a także podzespoły mające kontakt ze środkami chemicznymi. Do mycia zewnętrznego opryskiwacza

należy stosować najmniejszą konieczną ilość wody, najlepiej z użyciem lancy wysokociśnieniowej zamiast szczotki, aby skrócić czas i zwiększyć skuteczność mycia.

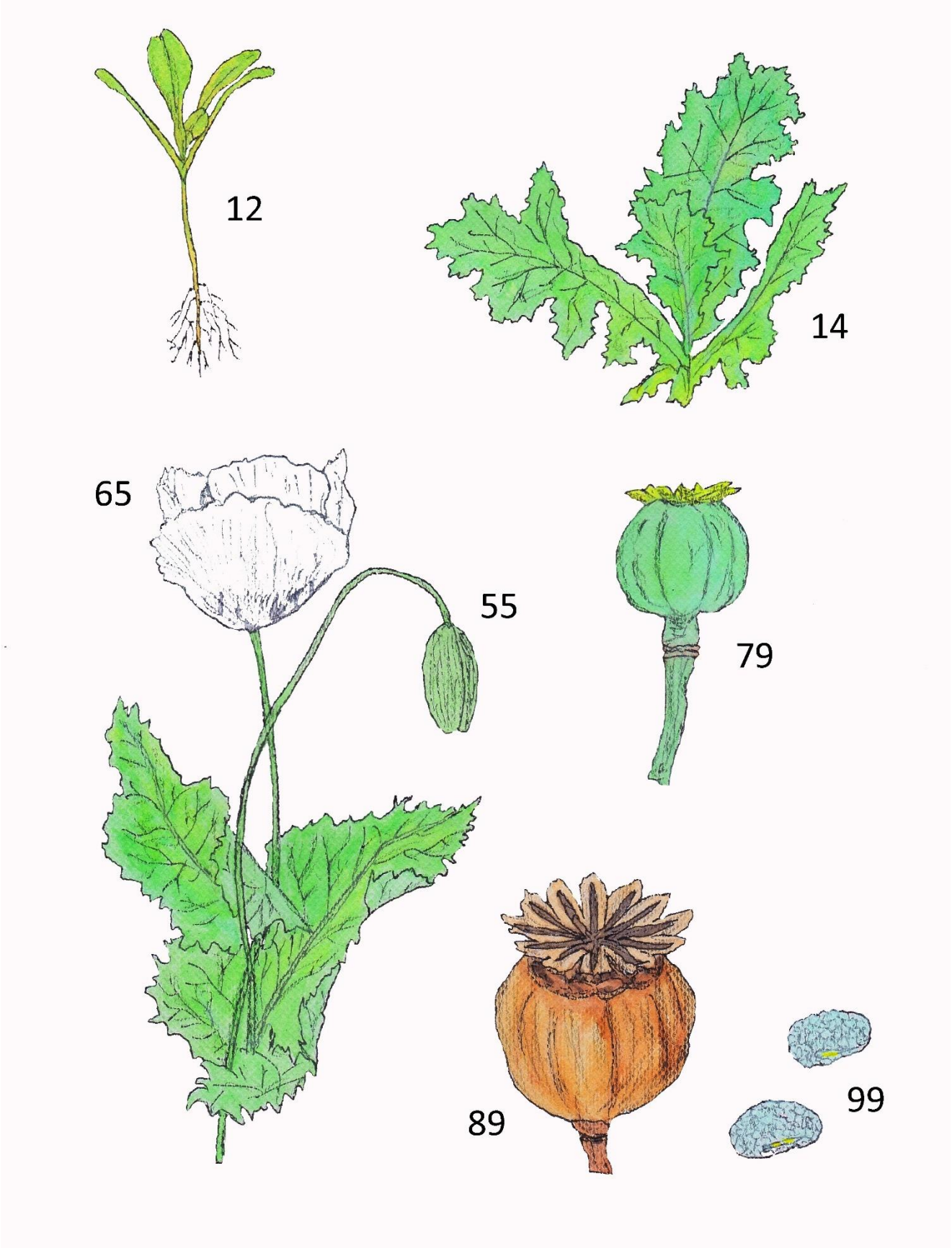
Po umyciu i wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy wykonuje się na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Przeglądy opryskiwacza przeprowadzane systematycznie, według zaleceń producenta sprzętu zawartych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

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 wg 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 okrywę 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 2 liście właściwe
13	Rozwinięte 3 liście właściwe
1 .	Fazy trwają aż do ...
19	Rozwiniętych 9 lub więcej liści właściwych
Główna faza rozwojowa 2: Rozwój bocznych rozgałęzień (pędów)* (*mak lekarski posiada odmiany proste lub rozgałęziające się)	
21	Widoczny 1. pęd boczny
22	Widoczny 2. pęd boczny
23	Widoczny 3. pęd boczny
2 .	Fazy trwają aż do ...
29	Widocznych 9 lub więcej pędów

Główna faza rozwojowa 3: Wzrost pędu	
30	Początek wydłużania się pędu
31	Faza 1. kolanka (z kolanka – węzła wyrasta 1 liść)
32	Widoczne 2. międzywęźle (odcinek pomiędzy kolejnymi liśćmi)
33	Widoczne 3. międzywęźle
3 .	Fazy trwają aż do....
39	Faza 9 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	Przebarwiane liści w wyższych partiach pędu
95	Wszystkie liście przebarwione, liście w dolnej części pędu zamierają
97	Roślina zamiera
99	Zebrane nasiona



Rys. P. Strażyński

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. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy jak: nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar 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 (tabela 17).

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

Lp.			Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola	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]; [kg/ha] lub stężenie [%]		Faza rozwojowa uprawianej rośliny	Warunki pogodowe podczas zabiegu	Skuteczność zabiegu
1.														
2.														
3.														

Źródło: Bereś i Mrówczyński (2013)

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 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, 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. 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, 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 wymaganym 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 (IP), a więc certyfikowanego systemu podlegającemu urzędowej weryfikacji przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin, podczas przeprowadzanych kontroli inspektorzy PIORIN weryfikują spełnienie przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin wymagań integrowanej ochrony roślin posługując się listą kontrolną obejmującą wymagania podstawowe, dodatkowe oraz zalecenia (tabele 18–20).

Tabela 18. Lista Kontrolna Integrowanej Produkcji 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?	❑/❑	
2.	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	❑/❑	
3.	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	❑/❑	
4.	Czy Notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	❑/❑	

5.	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	❑/❑	
6.	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	❑/❑	
7.	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	❑/❑	
8.	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	❑/❑	
9.	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie to jest możliwe)?	❑/❑	
10.	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	❑/❑	
11.	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie - roślinie?	❑/❑	
12.	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	❑/❑	
13.	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4m/s)?	❑/❑	
14.	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	❑/❑	
15.	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum?	❑/❑	
16.	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	❑/❑	
17.	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	❑/❑	

18.	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	❑/❑	
19.	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	❑/❑	
20.	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	❑/❑	
21.	Czy opryskiwacze wymienione w Notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	❑/❑	
22.	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	❑/❑	
23.	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwacze?		
24.	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	❑/❑	
25.	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym zamkniętym pomieszczeniu w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	❑/❑	
26.	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	❑/❑	
27.	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	❑/❑	
28.	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony pożytecznych organizmów?	❑/❑	
	Suma punktów		

Tabela 19. Lista Kontrolna Integrowanej Produkcji 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?	❑/❑	
2.	Czy każde pole jest oznaczona zgodnie z wpisem w Notatniku IP?	❑/❑	
3.	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	❑/❑	

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

Tabela 20. Lista Kontrolna Integrowanej Produkcji 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?	❑/❑	
2.	Czy nawozy nieorganiczne są magazynowane w czystym i suchym pomieszczeniu?	❑/❑	
3.	Czy wykonano analizę chemiczną nawozów organicznych na zawartość składników pokarmowych?	❑/❑	
4.	Czy oświetlenie w pomieszczeniu, gdzie przechowywane są środki ochrony roślin umożliwia odczytywanie informacji zawartych na opakowaniach środków ochrony roślin?	❑/❑	
5.	Czy producent wie jak należy postępować w przypadku rozlania lub rozsypania się środków ochrony roślin i czy ma narzędzia do przeciwdziałania takiemu zagrożeniu?	❑/❑	
6.	Czy producent ogranicza dostęp do kluczy i magazynu, w którym przechowuje środki ochrony roślin, osobom niemającym uprawnień w zakresie ich stosowania?	❑/❑	
7.	Czy producent przechowuje w gospodarstwie tylko środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawianych przez siebie gatunkach?	❑/❑	
8.	Czy producent pogłębia wiedzę na spotkaniach, kursach lub konferencjach poświęconych integrowanej produkcji roślin?	❑/❑	

9.	Czy producent korzysta z usług doradczych?	❑/❑	
	Suma punktów		

Lista kontrolna
integrowanej ochrony maku

Lp.	PYTANIA KONTROLNE	Tak / Nie / Nie dotyczy
	Uprawa przedsiewna	
1.	Czy na polu zastosowano właściwy płodozmian, np. buraki, rzepak, pszenica, kukurydza, bobowate?	❑/❑/❑
2.	Czy zastosowano podorywkę i bronowanie w celu ograniczenia siewek chwastów, a przed siewem wyrównano powierzchnię roli?	❑/❑/❑
	Siew	
3.	Czy zastosowano kwalifikowany materiał siewny?	❑/❑/❑
4.	Czy siew wykonano w optymalnym terminie i właściwie dobrano odmianę, normę i parametry siewu w zależności od przeznaczenia maku?	❑/❑/❑
	Nawożenie	
5.	Czy stosowano zrównoważone nawożenie po uprzednim bilansie składników pokarmowych i z uwzględnieniem pH gleby?	❑/❑/❑
	Chwasty, choroby i szkodniki	
6.	Czy zastosowano powschodowo mechaniczne zwalczanie chwastów w międzyrzędziach?	❑/❑/❑
7.	Czy prowadzono systematyczne lustracje pod kątem wystąpienia objawów chorób, szczególnie czarnej plamistości, fuzariozy, mączniaka rzekomego i szarej pleśni?	❑/❑/❑
8.	Czy prowadzono systematyczne lustracje uprawy pod kątem pojawienia się szkodników, także z wykorzystaniem żółtych naczyń i tablic lepowych?	❑/❑/❑
9.	Czy ochrona chemiczna była stosowana jako metoda ostateczna z użyciem wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w uprawie maku?	❑/❑/❑
10.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu zwalczania uwzględniono obecność organizmów pożytecznych i bezpieczeństwo zapylaczy?	❑/❑/❑
11.	Czy podejmując decyzję o chemicznym zabiegu korzystano z internetowego systemu sygnalizacji agrofagów (PIORiN) lub sygnalizacji agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego IOR–PIB w Poznaniu?	❑/❑/❑
	Zabiegi pożniwne	
12.	Czy zbiór wykonano w odpowiednim terminie, a po zbiorach zniszczono słomę makową i resztek pożniwnych za pomocą orki przedzimoweją?	❑/❑/❑
	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 fac-tors on Dicuran 80 WP toxicity to poppy]. Tag. – Ber. Akad. Landwirtsch. – Wiss. (182): 163–168.

Artyszak A. https://www.farmer.pl/prawo/przepisy-i-regulacje/prawo-do-maku,7831.html

Artyszak A. https://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/nawozy/bor-w-cenie,1226.html

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

Barnes H.F. 1949. Gall Midges Injurious to Herbs. p. 127–128 In: "Gall Midgaes of Economic Importance", vol. VI. (H.F. Barnes, ed.). Crosby Lockwood & Son Ltd, London.

Bečka D., Cihlář 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., J.J. Lipa. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. PWN Warszawa. ss. 593.

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 forcropping systems in Mediterranean rainfed conditions. Eur. J. Agron. 77, 146–155.

Borecki Z., Schollenberger M. (red.) 2017. Polskie Nazwy Chorób Roślin Uprawnych. Wydanie drugie uzupełnione, Poznań 2017, 158 ss.

Ciepielewska D. 1991. Biedronki (*Coleoptera, Coccinellidae*) występujące na uprawach roślin motylkowatych w woj. Olsztyńskim. Pol. Pismo Ent. 61: 129-138.

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 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 Ustaw 2013, poz. 505. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2013, poz. 625. Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2014, poz. 516. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2014 r. w sprawie warunków stosowania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2016, 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, 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 2019, 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, 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. Eur. J. Agron. 34, 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. APS Press, St. Paul, ss. 1252.

Graziani F., Onofri A., Pannacci E., Tei F., Guiducci M. 2012. Size and composition of weed seedbank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. Eur. J. Agron. 39, 52–61.

Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. Wyd. PWRiL, Warszawa, 333 ss.

Havel J. 2018. Integrovana ochrana maku. www.agritec.cz [dostęp: 10.09.2020].

Holman J. 2009. Host Plant Catalog of Aphids. Palearctic Region. Springer Science + Business Media B.V., 1216 ss.

Horodyski A., Adamczewski K., Załęcki R. 1990. Ocena przydatności herbicydów w uprawie maku. [Evaluation of herdicide use in poppy-growing]. Zesz. Probl. IHAR, 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 fur 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. Prot. 64, 1–6.

https://hr-strzelce.pl/uprawa-maku/

https://intermag.pl/uprawa-roslin/produkt/bormax

Ignatowicz S., R.W. Olszak. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. Nowocz. Roln. 05.08: 46-47.

Jakubiak S. 2005. Znaczenie wykorzystania i ochrona przed chwastami małoobszarowych upraw rolniczych. [Impor-tance and advantages and weed control in minor crops]. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45 (1): 185–195.

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

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

Kołodziejczyk M, Kulig B. Mak siewny. W: Uprawa roślin, t. III, A. Kotecki (red.), Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2020: 417-428.

Kotecki A, Andrzejewska J. Bartkowiak-Broda I., Bobrecka-Jamro I., Fordoński G., Harasimowicz-Herman G., Jankowski K., Kołodziej B., Kołodziejczyk M., Kozak M., Kulog B., Mańkowska G., Mańkowski J., Prusiński J., Pszczółkowska A., Pudełko K., Serafin-Andrzejeska M., Sugier D., Szewczuk Cz., Szpunar-Krok E., Szukała J., Wilczewski E. 2020. Uprawa roślin, cz. III. Wydawnictwo UWP, Wrocław, 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., Pudełko 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.

Koter M., Krauze A., Bartnik W. Badania nad występowaniem objawów niedoboru mikroelementów w roślinach. Rocz. Gleb., 1972, 23(2):133-147.

Kralovic J., Kolektiv A. (red.) 1975. Ochrana Polnohospodarskych Plodin. Priroda, Bratislava, 598 ss.

Kryczyński S., Weber Z. (red.) 2011. Choroby Roślin Uprawnych. T. 2 PWRiL, Poznań, 464 ss.

Kryczyński S., Weber Z. (red.). 2010. Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. PWRiL, Poznań, 639 ss.

Laštŭvka Z. 2009. Climate change and its possible influence on the occurrence and importance of insect pests. Plant Protection Science, Special Issue, 45: 53–62.

Lošak T., Páleniček L. Using nitrogen and sulphur for the poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, 2005, XXVI: 261-267.

Lošák T., Richter R. Split application of nitrogen in the poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. Rośliny Oleiste, 2004, XXV:145-150.

Lošak T., Richter R., Hlušek J., Popp T., Antonkiewicz J., Ducsay L. Potassium and its forms in the nutrition of poppy (*Papaver somniferum* L.). Nawozy i Nawożenie, 2005, 3(24): 379-383.

Mak. W: Szczegółowa uprawa roślin. Praca zbiorowa. J. Herse (red.), 1982, PWN, Warszawa: 376-382.

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.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. 55 Sesja Naukowa IOR-PIB, streszczenia, s. 197-198.

Ogrodowczyk M., Walkowiak M. Zmiany fenotypowe roślin maku oleistego (*Papaver somniferum* L.) po kwitnieniu i akumulacja morfiny w makówkach. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 2011, XXXII: 29-46.

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. [Infuence of chemical plant protection treatments on pollinators]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 798–803.

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Wyd. CDR Brwinów, O. Poznań. ISBN 978-83-60232-39-2.

Pruszyński S., J.J. Lipa. 1970. Obserwacje nad cyklem rozwojowym i specjalizacją pokarmową biedronki dwukropki – *Adalia bipunctata* L. (*Coleoptera, Coccinellidae*). Prace Naukowe IOR. 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. Wyd. 2 (S. Malepszy, red.). Wydawnictwo naukowe PWN, 736 ss.

Stanev M. 1960. Poppy root weevils (*Stenocarus fuliginosus* Marsh, and *Ceuthorrhynchus denticulatus* Schrank) in Bulgaria and their control. Trudy Instituta Zashtchity Rastenii 3: 151–188.

Szelegiewicz H. 1968. Mszyce – Aphidoidea. Katalog Fauny Polski. T. XXI, Z. 4. PWN Warszawa, 307 ss.

Szymanowska E., Pszczoła J., Liersch J. 2000. Mak. ZD HAR Borowo, IHAR Poznań, 24 ss.

Szyszko 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.

Wałkowski T. 2005. Mak oleisty. IHAR, Poznań, 44 ss.

Wałkowski T. 2005. Mak oleisty. IHAR–PIB. O/Poznań, 48 ss.

Wałkowski T. Mak oleisty. IHAR, Oddział w Poznaniu, 2005.

Wójtowicz M. Uprawa rzepaku i maku w Republice Czeskiej. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, 2001, XXII:639-641.

Wójtowicz M. Wpływ warunków środowiskowych i agrotechnicznych na plonowanie odmian maku (*Papaver somniferum* L.). Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, 2007, XXVII: 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.

Zając T., Oleksy A., Klimek-Kopyra A.Wpływ terminu siewu na plonowanie i cechy roślin maku niskomorfinowego odm. Mieszko (*Papaver somniferum* L.). Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, 2010, XXXI: 334-350