



CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE

ODDZIAŁ W POZNANIU

METODY OCHRONY w integrowanej ochronie roślin



POZNAŃ 2016

**CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE
ODDZIAŁ W POZNANIU**

**Edward Gacek, Mariola Głazek
Ewa Matyjaszczyk, Grzegorz Pruszyński
Stefan Pruszyński, Stanisław Stobiecki**

METODY OCHRONY W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

**Pod redakcją: Stefana Pruszyńskiego
Recenzent: prof. dr hab. Kazimierz Adamczewski**

Poznań 2016

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu

Autorzy:

prof. dr hab. Edward Gacek, dyrektor

Centralnego Ośrodka Badania Odmian Uprawnych w Słupi Wielkiej,
63-022 Słupia Wielka, e-mail: e.gacek@coboru.pl

dr hab. Mariola Głazek prof. nadzw.

Institutu Ochrony Roślin – Państwowego Institutu Badawczego, kierownik Zakładu Badania
Skuteczności Środków Ochrony Roślin Oddział Sośnicowice,
ul. Gliwicka 29, 44-153 Sośnicowice, e-mail: M.Glazek@ior.gliwice.pl

dr hab. Ewa Matyjaszczyk prof. nadzw.

Institutu Ochrony Roślin – Państwowego Institutu Badawczego,
kierownik Zakładu Ekspertyz i Opinii o Środkach Ochrony Roślin,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań,
e-mail: E.Matyjaszczyk@iorpib.poznan.pl

dr Grzegorz Pruszyński, adiunkt

w Zakładzie Entomologii,
Institutu Ochrony Roślin – Państwowego Institutu Badawczego,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań,
e-mail: G.Pruszyński@iorpib.poznan.pl

prof. dr hab. Stefan Pruszyński dr h.c., emerytowany profesor

Institutu Ochrony Roślin – Państwowego Institutu Badawczego,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań, e-mail: S.Pruszyński@iorpib.poznan.pl

mgr Stanisław Stobiecki, emerytowany kierownik Oddziału

Institutu Ochrony Roślin – Państwowego Institutu Badawczego w Sośnicowicach,
ul. Kozielska 192, 44-121 Gliwice, e-mail: stanislawstobiecki@gmail.com

Korekta opracowania:

Iwona Kajdan-Zysnarska, Danuta Nowak
Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu

Projekt okładki: Alicja Zygmawska

skład, łamanie: Agnieszka Leitgeber-Graczyk, Alicja Zygmawska

ISBN 978-83-60232-80-4

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Poznaniu, 61-659 Poznań, ul. Winogrody 63
tel. 61 823-20-81, fax 61 820-19-71
e-mail: poznan@cdr.gov.pl www.cdr.gov.pl
Zlecenie nr 21/2016, nakład 1000 egz.

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wstęp – <i>prof. dr hab. Stefan Pruszyński</i> | 7 |
| 1. Metoda biologiczna – <i>prof. dr hab. Stefan Pruszyński</i> | 9 |
| 1.1. Rozwój metody biologicznej | 9 |
| 1.2. Współczesne rozumienie metody biologicznej | 12 |
| 1.3. Introdukcja | 13 |
| 1.4. Hodowla i uwalnianie organizmów pożytecznych | 14 |
| 1.5. Produkcja i stosowanie biopreparatów | 16 |
| 1.6. Stosowanie mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do chorób roślin | 19 |
| 1.7. Stosowanie czynników ograniczających występowanie chwastów | 20 |
| 1.8. Środki biotechniczne | 21 |
| 1.9. Zakres stosowania metody biologicznej | 22 |
| 1.10. Podsumowanie | 25 |
| 2. Entomofauna pożyteczna i jej ochrona – <i>dr Grzegorz Pruszyński</i> | 26 |
| 2.1. Entomofauna pożyteczna | 27 |
| 2.1.1. Biedronkowate (<i>Coccinellidae</i>) | 36 |
| 2.1.2. Bzygowate (<i>Syrphidae</i>) | 38 |
| 2.1.3. Pryszczarkowate (<i>Cecidomyidae</i>) | 41 |
| 2.1.4. Złotookowate (<i>Chrysopidae</i>) | 41 |
| 2.1.5. Owady pasożytnicze | 41 |
| 2.2. Zapyłacze i ich ochrona | 44 |
| 2.2.1. Pszczoły (<i>Apoidea</i>) i ich różnorodność gatunkowa | 47 |
| 2.2.2. Znaczenie gospodarcze | 48 |
| 2.2.3. Zapyłacze a ochrona roślin | 49 |
| 2.2.4. Aktualne uwarunkowania | 52 |
| 2.3. Ochrona entomofauny pożytecznej i tworzenie warunków do zwiększania jej liczebności | 54 |

| | |
|---|----|
| 3. Metoda agrotechniczna – dr hab. Mariola Głazek | 61 |
| 3.1. Uprawa | 61 |
| 3.2. Zmianowanie | 63 |
| 3.3. Przedplon | 64 |
| 3.4. Nawożenie | 66 |
| 3.5. Odmiany | 69 |
| 3.6. Siew | 69 |
| 3.7. Zabiegi higieniczne | 71 |
| 3.8. Przykłady metod agrotechnicznych, ograniczających występowanie agrofagów | 72 |
| 3.9. Zapobieganie zachwaszczeniu przy użyciu metod agrotechnicznych | 76 |
| 3.10. Występowanie chwastów w uprawach | 77 |
| 4. Metoda hodowlana i zarządzanie odpornością roślin na choroby – prof. dr hab. Edward Gacek | 80 |
| 4.1. Charakterystyka współczesnej produkcji roślinnej | 81 |
| 4.2. Pojęcia ogólne w hodowli i ochronie roślin | 81 |
| 4.2.1. Wybrane pojęcia z zakresu chorób roślin | 81 |
| 4.2.2. Wybrane pojęcia z zakresu odporności odmian na choroby i inne stresy | 83 |
| 4.3. Koncepcja zachowania bioróżnorodności w rolnictwie | 85 |
| 4.4. Współczesne kierunki i techniki hodowli roślin | 86 |
| 4.5. Hodowla odpornościowa i zarządzanie odpornością na choroby w integrowanej ochronie roślin | 88 |
| 4.5.1. Rodzaje odporności genetycznej na choroby w hodowli odpornościowej | 88 |
| 4.5.2. Hodowla odmian odpornych na patogeny występujące w glebie | 90 |
| 4.5.3. Hodowla odmian odpornych na stresy abiotyczne | 90 |
| 4.5.4. Hodowla odmian ograniczających zachwaszczenie | 91 |
| 4.6. Doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian do praktyki | 92 |
| 4.6.1. Zakres badań odmianowych | 93 |

| | |
|--|-----|
| 4.6.2. Porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian | 93 |
| 4.7. Zarządzanie odpornością roślin na choroby i stesy biotyczne w warunkach produkcyjnych | 95 |
| 4.7.1. Zwiększanie różnorodności biologicznej w uprawie roślin | 96 |
| 4.7.2. Stosowanie zasiewów mieszanych roślin dla zwiększenia bioróżnorodności | 96 |
| 4.7.3. Mechanizmy redukcji chorób w łanie siewu mieszanego | 97 |
| 4.7.4. Pozachorobowe zjawiska/interakcje w łanie siewu mieszanego | 98 |
| 4.7.5. Dobór składów odmian do siewów mieszanych | 99 |
| 4.8. Znaczenie odmiany w integrowanej ochronie roślin | 100 |
| 4.8.1. Bieżąca dostępność odmian do integrowanej ochrony roślin | 101 |
| 4.8.2. Modyfikacje badań odmianowych dla potrzeb integrowanej ochrony roślin | 104 |
| 4.9. Podsumowanie | 106 |
| 5. Metody mechaniczne i fizyczne – mgr Stanisław Stobiecki | 107 |
| 5.1. Metoda mechaniczna | 108 |
| 5.2. Metoda fizyczna | 109 |
| 6. Metoda chemiczna – mgr Stanisław Stobiecki | 111 |
| 6.1. Rozwój chemicznej metody | 111 |
| 6.2. Dopuszczanie do obrotu środków ochrony roślin | 114 |
| 6.3. Systemy kontrolne | 118 |
| 6.4. Środki chemiczne i zasady ich doboru w integrowanej ochronie roślin | 121 |
| 6.5. Zasady bezpieczeństwa i ograniczanie ryzyka | 123 |
| 7. Ekonomiczne aspekty integrowanej ochrony roślin – dr hab. Ewa Matyjaszyk | 127 |
| 7.1. Mierniki ekonomiczne | 128 |
| 7.2. Progi szkodliwości | 129 |

| | |
|---|-----|
| 7.3. Systemy wspomaganie decyzji | 130 |
| 7.4. Systemy monitoringu organizmów szkodliwych | 131 |
| 7.5. Unikanie niepotrzebnego zużycia środków ochrony roślin | 132 |
| 7.6. Stosowanie dawek dzielonych | 133 |
| 7.7. Wybór środka ochrony roślin | 135 |
| Podsumowanie | 136 |
| Literatura | 139 |

WSTĘP

Bardzo ważnym założeniem koncepcji integrowanej ochrony roślin było to, że każda z metod ochrony roślin (biologiczna, agrotechniczna, hodowlana, mechaniczna i fizyczna) stosowana samodzielnie nie zapewnia pełnej ochrony uprawy przed kompleksem agrofagów.

Konieczność wykorzystania w ochronie upraw wszystkich dostępnych w/w metod wynikała z niedoskonałości metody chemicznej (wytwarzanie przez agrofagi odporności oraz możliwości zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska) oraz z faktu, iż pozostałe metody, w tym metoda biologiczna nie dysponowały programami mogącymi zabezpieczyć pełną ochronę tych upraw.

W pierwszym okresie wprowadzania integrowanej ochrony roślin koncentrowano się na ochronie upraw głównie przed szkodnikami. Było to zrozumiałe, ponieważ w zwalczaniu szkodników stosowano w latach 50- i 60-tych ubiegłego wieku najwięcej trwałych i zagrażających zdrowiu ludzi i środowisku chemicznych środków ochrony roślin.

Rozszerzenie zakresu integrowanej ochrony roślin na pozostałe grupy organizmów szkodliwych było połączone z wykorzystaniem w integrowanych programach wszystkich dostępnych metod ochrony oraz rejestracji pojawu i nasilenia agrofagów. Programy integrowanej ochrony stawały się co raz bardziej skomplikowane i wymagały podejmowania wielu działań, i decyzji, co doprowadziło do wprowadzenia w języku angielskim słowa „management” oznaczającego kierowanie i zarządzanie. Stąd też w języku angielskim, a także często w polskim piśmiennictwie w powszechnym użyciu jest skrót IPM (Integrated Pest Management), co oznacza nie tylko, że w ochronie roślin celem jest ochrona, a nie zwalczanie, ale także, że integrowana ochrona jest procesem złożonym i wymaga uwzględnienia wielu czynników.

Włączenie do programów integrowanej ochrony roślin wszystkich dostępnych metod znalazło swoje odbicie w aktualnie publikowanych definicjach integrowanej ochrony roślin.

Według Międzynarodowej Organizacji Biologicznego Zwalczania integrowana ochrona to *„zwalczanie agrofagów przy użyciu wszystkich dostępnych metod zgodnie z wymogami ekonomicznymi, ekologicznymi i toksykologicznymi, które dają pierwszeństwo naturalnym czynnikom ograniczającym i ekonomicznym programom zagrożenia”*.

Zgodnie z polską ustawą o środkach ochrony roślin z 2013 r. *„integrowana ochrona roślin to sposób ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi polegający na wyko-*

rzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska”.

Również w ogólnych zasadach integrowanej ochrony roślin określonych w Załączniku III do dyrektywy 128/2009 Unii Europejskiej wskazuje się (pkt. 4), że *„nad metody chemiczne przedkładać należy zrównoważone metody biologiczne, fizyczne i inne niechemiczne, jeśli zapewniają one zadawalającą ochronę przed organizmami szkodliwymi”.*

Natomiast, rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin ustanawia, że *„integrowana ochrona roślin obejmuje wszystkie dostępne działania i metody ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w tym stosowanie przede wszystkim działań lub metod nie chemicznych”.*

W zdominowanej przez stosowanie chemicznych środków w ochronie roślin, użytkownik profesjonalny często nie przykładą właściwej uwagi do pozostałych metod, jakimi dysponuje współczesna ochrona roślin. A przecież już sama metoda chemiczna wymaga od producenta właściwego podejścia poprzez poszukiwanie środków ochrony mniej zagrażających ludziom, zwierzętom i środowisku. Ogromne znaczenie ma metoda agrotechniczna i wykorzystanie odmian odpornych. Bardzo ważne jest także wykorzystanie metody biologicznej uwzględniającej ochronę owadów pożytecznych i tworzenie dla nich miejsc do rozwoju i przebywania.

Wykorzystanie w racjonalny sposób i dający pewność prawidłowej i skutecznej ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi dostępnych metod ochrony roślin, jest jednym z założeń integrowanej ochrony roślin, a jednocześnie powinno być celem działania producentów prowadzących ochronę roślin. Ważne w tym przypadku jest zapoznanie się z możliwościami, jakie dają obecnie poszczególne metody ochrony roślin, aby można je zastosować w ochronie upraw.

1. METODA BIOLOGICZNA

Metoda biologiczna, czyli wykorzystanie w ograniczaniu liczebności organizmów szkodliwych ich wrogów naturalnych zajmuje w integrowanej ochronie roślin miejsce szczególne. To właśnie wykorzystanie w ograniczeniu liczebności mszyc ich wrogów naturalnych w połączeniu z zastosowaniem selektywnych środków ochrony roślin dało początek i stało się podstawą opracowania koncepcji integrowanej ochrony roślin.

Potwierdzeniem tego są pierwsze definicje integrowanej ochrony roślin, w których na pierwszym miejscu stawiane jest wykorzystanie w ograniczeniu liczebności szkodników metody biologicznej.

Wg Flint'a i van den Bosch'a (Flint M. L., van den Bosch R. 1981) „*Integrowana ochrona roślin oparta na podstawach ekologicznych jest strategią zwalczania organizmów szkodliwych, która silnie podkreśla wykorzystanie naturalnych czynników śmiertelności agrofagów, takich jak: wrogowie naturalni czy czynniki klimatyczne i poszukuje takich rozwiązań w ochronie upraw, które w możliwie najmniejszym stopniu mogą ograniczać śmiertelność naturalną.*

W integrowanej ochronie stosuje się pestycydy, ale tylko na podstawie systematycznego monitoringu populacji agrofagów i czynników naturalnych wskazujących na taką konieczność.

Program integrowanej ochrony roślin uwzględnia wszystkie dostępne metody zwalczania, w tym również brak potrzeby zwalczania i ocenia potencjalne możliwości i skutki zastosowania różnych programów zwalczania, w tym agrotechniki, warunków klimatycznych oraz zwalczania wszystkich agrofagów, przed którymi uprawa musi być chroniona.”

Udział metody biologicznej w programach integrowanych ochrony roślin ma znaczenie priorytetowe i jest zalecany na pierwszym miejscu wśród wszystkich metod, jakimi ochrona roślin dysponuje.

1.1. Rozwój metody biologicznej

Antagonizmy występujące w świecie zwierząt, takie jak drapieżnictwo, pasożytność czy choroby mikroorganizmów powodujących choroby szkodników zaobserwowano przed wieloma wiekami i można znaleźć wiele zapisów o wykorzystaniu tego zjawiska w praktyce.

Rzeczywisty rozwój metody biologicznej nastąpił jednak w drugiej połowie XIX wieku i był on związany zarówno z postępowaniem nauk biologicznych, jak i z powstaniem nowych zagrożeń będących konsekwencją rosnącej wymiany towaro-

wej i przewożeniem na teren poszczególnych kontynentów szkodników, które tam wcześniej nie występowały. Gatunki te w swych nowych miejscach występowania rozwijały się niezwykle dynamicznie, stanowiąc znacznie większe zagrożenie niż w miejscach swego naturalnego występowania. Rozwiązania problemu zaczęto poszukiwać w sprowadzaniu w ślad za zawleczonymi szkodnikami ich wrogów naturalnych występujących na terenach, skąd zostały zawleczone. Akcja ta zakończyła się olbrzymim sukcesem, a sprowadzenie w roku 1889 z Australii do USA biedronki *Rodolia cardinalis* celem zwalczania zawleczonego wcześniej czerwca *Icerya purchasi* pozostaje do tej pory przykładem skutecznego wykorzystania metody biologicznej. Poszukiwanie wrogów naturalnych i ich przewożenie, zwane introdukcją, w celu zwalczania szkodników stało się bardzo częste i większość introdukcji kończyła się sukcesem (Pruszyński 1989).

W drugiej połowie XIX wieku podjęto też zakończone praktycznym zastosowaniem badania nad możliwością wykorzystania w zwalczaniu szkodników atakujących je grzybów m.in. gatunków *Metarhizium anisopliae* oraz *Beauveria bassiana*. Dało to początek rozwojowi ważnego obszaru metody biologicznej, jakim jest produkcja biopreparatów zawierających mikroorganizmy chorobotwórcze dla organizmów szkodliwych (grzyby, bakterie, wirusy) i ich stosowanie w praktyce ochrony roślin.

Bardzo dobrze rozwijające się badania w zakresie metody biologicznej zostały znacznie ograniczone bezpośrednio po II wojnie światowej, kiedy to synteza chemicznych środków ochrony roślin stwarzała nadzieję i przekonanie, że zostały rozwiązane wszystkie problemy związane z ochroną upraw przed kompleksami organizmów szkodliwych.

Okres ten trwał jednak zaledwie kilkanaście lat, a stwierdzone ujemne skutki stosowania chemicznych środków ochrony roślin, wpływ na człowieka, wytwarzanie odporności przez gatunki szkodliwe oraz ujemny wpływ na środowisko spowodowały powrót do szerszego zainteresowania się metodą biologiczną, w konsekwencji do opracowania już w 1959 r. koncepcji integrowanej ochrony roślin (Stern i wsp. 1959). Kolejne lata to dynamiczny silny rozwój badań w zakresie metody biologicznej realizowanych w wielu krajach.

W podejmowanych badaniach aktywnie uczestniczyli polscy pracownicy nauki, prowadząc w latach 70. i 80. ubiegłego wieku wielokierunkowe badania nad poznaniem krajowych gatunków entomofagów i akarifagów, ich udziałem w ograniczaniu populacji szkodników, introdukcją perspektywicznych entomofagów, poszukiwaniem krajowych entomopatogenów oraz selektywnością środków ochrony roślin dla entomofauny pożytecznej (Lipa, Pruszyński 1985).

Potwierdzeniem zaangażowania polskiej nauki w badaniach nad biologiczną metodą ochrony roślin jest fakt, iż Wiąckowski (2006) w swym zbiorczym opracowa-

niu powołuje się na 795 pozycji polskiej literatury w zakresie metody biologicznej zaznaczając, że ujął tylko pozycje ważniejsze. Praktycznym osiągnięciem tamtych lat było wykonanie badań i doprowadzenie do rejestracji w Polsce czterech biopreparatów zawierających bakterię *Bacillus thuringiensis*, a także przygotowanie się dwóch zakładów do produkcji polskich środków opartych na tej bakterii.

Z różnych powodów (brak zainteresowania, obecność na rynku biopreparatów importowanych) produkcji tej nigdy nie podjęto.

Zakłady Farmaceutyczne Polfa w Pabianicach podjęły natomiast produkcję biopreparatów Polagrycyna PC i Polagrycyna w płynie SL zawierających bakterię *Agrobacterium radiobacter* przeznaczonych do ochrony drzew i krzewów owocowych przed chorobą guzowatości korzeni powodowanej przez *Agrobacterium tumefaciens*.

Opracowane zostały technologie produkcji grzyba *B. bassiana* przeznaczonego do zwalczania stonki ziemniaczanej, wirusa nuklearnej poliedrozy do zwalczania białki wierzbówki (*Stilpnotia salicis*), wirusa granulozy do zwalczania owocówki jabłkówekczki (*Carpocapsa pomonella* L.) oraz grzybów z rodzaju *Trichoderma* przeznaczonych do zwalczania chorób roślin. Produkcji tych biopreparatów jednak nigdy nie podjęto.

Niewątpliwym sukcesem tamtych lat była introdukcja do Polski drapieżcy przędziorków gatunku *Phytoseiulus persimilis* oraz pasożyta mączlika szklarniowego *Encarsia formosa* i po wykonaniu wymaganych badań podjęcie ich masowej hodowli i zastosowanie w biologicznym zwalczaniu szkodników upraw pod osłonami. Biologiczne zwalczanie szkodników w szklarniach obecnie jest powszechnie stosowane na terenie całego kraju z tą różnicą, że po przemianach politycznych i gospodarczych lat 90. przerwały prace polskie ośrodki masowej hodowli i stosowane w szklarniach gatunki są sprowadzane z zagranicy.

Ważnym osiągnięciem tamtych lat było opracowanie i wdrożenie do praktyki integrowanej ochrony sadów dającej podstawy do wprowadzenia w Polsce integrowanej produkcji jabłek, a następnie innych drzew i krzewów owocowych.

Z innych wyników podkreślić należy produkcję biopreparatu Owinema zawierającego entomopatogenne nicienie *Steinernema feltiae* znajdującego szerokie zastosowanie w zwalczaniu (Tomalak 1995) ziemiórek w pieczarkarniach oraz biopreparatów zawierających saprofitycznego grzyba żylicę olbrzymią (*Phlebiopsis gigantea*) do stosowania w czasie wyrębu lasów.

Jakkolwiek nie są to środki biologiczne to w tym okresie opracowano w Polsce i zarejestrowano środki ochrony roślin na bazie czosnku (Albarep, Bioczoz OR) oraz na bazie chitozamu.

Jednostki naukowe poprzez organizowanie szkoleń, konferencji, a także publikacje i artykuły popularno-naukowe udanie upowszechniały wiedzę o biologicznej metodzie. Ukazał się też podręcznik „Biologiczne metody walki ze szkodnikami roślin” (Boczek, Lipa 1978). Podanie szerszych informacji o rozwoju metody biologicznej, w tym w Polsce, ma na celu przybliżenie czytającemu zakresu środków, jakimi ta metoda dysponuje, a także w okresie, gdy udział metody biologicznej w aktualnych programach ochrony roślin nie jest powszechny to zachęcenie do podjęcia działań w kierunku zmiany tej sytuacji.

1.2. Współczesne rozumienie metody biologicznej

Metoda biologiczna to wykorzystanie w ograniczaniu liczebności organizmów szkodliwych ich wrogów naturalnych w tym drapieżców, pasożytów oraz mikroorganizmów chorobotwórczych. Celem metody biologicznej jest więc wykorzystanie procesów, jakie mają miejsce w środowisku naturalnym i ich umiejętne wkomponowanie w technologię produkcji roślinnej oraz włączenie do programów ochrony poszczególnych upraw.

Biologiczna ochrona roślin dysponuje jednak wieloma możliwościami, a ich dobór jest uzależniony od uprawy, zwalczanego organizmu szkodliwego, warunków klimatycznych oraz innych czynników wpływających na wzrost i zdrowotność roślin.

W ramach metody biologicznej wykorzystuje się:

- introdukcję,
- hodowlę i uwalnianie organizmów pożytecznych,
- produkcję i stosowanie biopreparatów, a więc środków zawierających chorobotwórcze dla szkodników grzyby, wirusy i bakterie,
- stosowanie mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do chorób roślin,
- stosowanie czynników ograniczających występowanie chwastów,
- stosowanie wyciągów roślinnych, ich produktów przemiany materii, a także syntetyzowanie i produkcję substancji oddziałującej na rozwój i zachowanie owadów (środki biotechniczne),
- odporność odmian – w tym opracowaniu zagadnienia tolerancji lub odporności na organizmy szkodliwe są przedstawione w rozdziale omawiającym metodę hodowlaną,
- ochroną organizmów pożytecznych i tworzenie im warunków sprzyjających ich rozwojowi – omówienie tego zagadnienia stanowi oddzielną część tego opracowania.

1.3. Introdukcja

Udana introdukcja podanej wcześniej jako przykład biedronki *Rodolia cardinalis* zachęciła do wykorzystania tej metody w odniesieniu do zwalczania zawleczonych organizmów szkodliwych.

Wśród wielu wymienia się introdukcję z Meksyku do Australii motyla *Cactablastis cactorium* z celem zwalczania zarastającej olbrzymie połacie kraju opuncji. Gąsienice motyla w przeciągu kilkunastu lat niemal doszczętnie zlikwidowały opuncję, a wyrazem wdzięczności ludności Australii był obelisk poświęcony temu motylowi.

W Polsce przykładem udanej introdukcji było sprowadzenie w latach 30. ubiegłego wieku pasożyta ośca korówkowego (*Aphelinus mali*) celem zwalczania zawleczonej wcześniej do naszego kraju bawełnicy korówki (*Eriosoma lanigerum*) – groźnego szkodnika szczególnie drzew owocowych. Introdukowany pasożyt skutecznie ograniczył populację bawełnicy korówki i występuje na terenie całego kraju do chwili obecnej.

Należy zaznaczyć, że nie wszystkie próby były tak udane i, pomimo podejmowanych w wielu krajach europejskich, w tym w Polsce, prób sprowadzenia z Ameryki Płn. wrogów naturalnych stonki ziemniaczanej, nie uzyskano oczekiwanych rezultatów.

Nieco innym przykładem jest biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis*), która sprowadzona w latach 60. do Europy m.in. do Francji, na Białoruś i Ukrainę wymknęła się spod kontroli, występuje obecnie na terenie całej Europy, w tym i w Polsce, a jej wpływ na różne elementy środowiska nie został jeszcze poznany.

Obok zwalczania organizmów zawleczonych wiele introdukcji prowadzono w celu wzbogacenia naturalnego miejscowego środowiska. Introdukcje podjęte w Polsce do roku 1989 przedstawił Pruszyński (Pruszyński 1989), a z późniejszych na uwagę zasługuje powszechnie obecnie stosowany w sadach drapieżca przedziorków *Thyphlodromus pyri*, a także bardzo liczna grupa gatunków stosowanych w biologicznym zwalczaniu szkodników w szklarniach.

Przykłady udanej introdukcji owadów pożytecznych zachęciły do wzmożonych poszukiwań i często bardzo licznych prób przewożenia wielu nie do końca przebadanych drapieżców czy pasożytów.

Należy jednak pamiętać, że sprowadzanie na nowe tereny obcych gatunków, oprócz niezaprzeczalnych korzyści, może nieść ze sobą zagrożenie dla miejscowej entomofauny pożytecznej i prowadzić do nieodwracalnych zmian w środowisku.

Dlatego też międzynarodowe organizacje podjęły szerokie działania i opublikowały specjalne przewodniki podające szczegółowo warunki postępowania w przypadku podejmowania prób introdukcji gatunków na nowe tereny. W roku 1995 został opracowany w Sekretariacie Międzynarodowej Konwencji Ochrony Roślin

działającym przy Międzynarodowej Organizacji d.s. Rolnictwa i Wyżywienia (FAO) ONZ „Kodeks Postępowania przy Importcie i Stosowaniu Czynnika Biologicznego Zwalczania” (FAO 1995, Lipa 1995) uzupełniony i wydany ponownie w roku 2005. Również Europejska i Śródziemnomorska Organizacja Ochrony Roślin w roku 1999 wydała w ramach opracowywanych standardów zalecenia dotyczące szczegółów przy podjęciu pierwszego importu czynników biologicznego zwalczania dla celów badawczych w warunkach kontrolowanych.

Natomiast, brak zaleceń unijnych odnośnie wprowadzania dla celów ochrony roślin w krajach członkowskich nowych gatunków pożytecznych jest tłumaczone brakiem zagrożenia, jakie te gatunki mogą stanowić dla zdrowia konsumentów. Niezależnie od tego, wiele krajów członkowskich Unii Europejskiej wprowadziło własne przepisy ograniczające wwoz i uwalnianie nowych gatunków. Obecnie dąży się do ujednoczenia tych przepisów.

Zwrócenie uwagi na przepisy dotyczące przewożenia i uwalniania nowych organizmów jest o tyle istotne, że przy obecnej, bardzo wzmożonej wymianie towarowej i turystycznej każdy powinien mieć świadomość o niekorzystnych konsekwencjach samowolnej introdukcji gatunków zalecanych w innych krajach.

1.4. Hodowla i uwalnianie organizmów pożytecznych

Wzbogacanie środowiska rolniczego poprzez uwalnianie uzyskiwanych drogą masowej hodowli czy zbiorów owadów pożytecznych ma w metodzie biologicznej swoją długą tradycję i pozwoliło w wielu przypadkach na uzyskanie bardzo korzystnych wyników.

Już na początku XX wieku w Stanach Zjednoczonych AP, wykorzystując gromadzenie się biedronek w miejscu zimowania, podejmowano ich zbiór, przechowywanie i uwalnianie wiosną na polach, na których wystąpiły mszyce (Porčinski 1912).

Pomimo pozyskiwania wielu milionów egzemplarzy biedronek akcja nie przyniosła spodziewanych rezultatów ze względu na rozlot biedronek po uwolnieniu na duże powierzchnie.

Podejmowane w następnych latach badania i doświadczenia połączone z postępem technicznym w organizowaniu i prowadzeniu masowych hodowli doprowadziły do utworzenia się rynku organizmów pożytecznych w odróżnieniu od wykorzystywanych w produkcji biopreparatów mikroorganizmów określonych jako makroorganizmy i ich szerokim wykorzystaniu w praktyce ochrony roślin.

Najbardziej udanym przykładem jest biologiczne zwalczanie szkodników upraw szklarniowych. Przełomowym było tu opisanie i stwierdzenie dużej przydatności

w zwalczaniu przędziorków drapieżnego roztocza *Ph. persimilis*. Wysoka skuteczność połączona z łatwością masowej hodowli spowodowały bardzo szybkie, bo już na początku lat 70. ubiegłego wieku, zastosowanie drapieżcy w szklarniach produkcyjnych. Uzyskano bardzo dobre wyniki zwalczania przędziorków i równolegle wznowiono badania nad pasożytem mączlika szklarniowego gatunkiem *E. formosa*.

Brak konieczności rejestracji makroorganizmów w krajach Unii Europejskiej zachęca do hodowli i stosowania wielu gatunków owadów, roztoczy i nicieni i np.: w biologicznym zwalczaniu w szklarniach jest dostępnych ponad 30 gatunków drapieżców i pasożytów. Potrzeba ich hodowli wynika z dwu bardzo istotnych przyczyn. Pierwsza: wiele gatunków pochodzi z klimatu tropikalnego (np.: *Ph. persimilis*) i nie posiada stadium diapauzy, i konieczna jest ich stała hodowla. Druga przyczyna to fakt, iż pojaw szkodników w szklarniach ma miejsce wczesną wiosną, gdy jeszcze w warunkach naturalnych nie występują wrogowie naturalni i trzeba je wprowadzić do szklarni po wcześniejszym rozmnożeniu.

Do grupy makroorganizmów zaliczane są również pasożytnicze nicienie, które w formie gotowych środków są dostępne na rynku i są zalecane m.in. do zwalczania ziemiówek w szklarniach i pieczarkarniach (m.in. środek polskiej produkcji Owinema), a także w zwalczaniu gąsienic motyli, larw chrząszczy oraz ślimaków w szklarniach i polowych uprawach warzyw.

Jakkolwiek niniejsze opracowanie jest poświęcone uprawom rolniczym to omówienie biologicznego zwalczania szkodników w szklarniach jest o tyle zasadne, że jest to jeden z nielicznych przykładów w pełni skutecznego programu przy zastosowaniu organizmów pożytecznych. Istotnym jest też, że tylko niewielka grupa konsumentów jest świadoma, że ogórki czy pomidory szklarniowe są obecnie produkowane przy bardzo czy nawet zupełnie ograniczonym stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin.

Udanym przykładem w uprawach ogrodniczych jest wprowadzenie do sadów drapieżnego roztocza *Typhlodromus pyri* naturalnego wroga przędziorków. Gatunek ten występuje już w wielu sadach na terenie Polski, ale jego liczebność wiosną jest niewystarczająca i wymaga uzupełnienia poprzez hodowlę i uwalnianie w sadach.

W uprawach rolniczych jest znacznie mniej przykładów masowej hodowli i uwalniania organizmów pożytecznych, ale nie oznacza to, iż metody tej w uprawach rolniczych się nie wykorzystuje.

Największe zastosowanie w ograniczaniu liczebności szkodników w uprawach polowych znalazł pasożyt jaj owadów motyli kruszynek (*Trichogramma* spp.). Gatunki tego rodzaju są stosowane w ochronie roślin od wielu lat, a w Związku Radzieckim

pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku kruszynka uwalniano na powierzchni około 15 mln ha. Kruszynek jest małą błonkówką o wielkości 0,4-0,8 mm i składa swoje jaja do jaj bardzo dużej liczby owadów, w tym szkodników.

W stosowaniu kruszynka bardzo ważnymi wynikami prac badawczych było opracowanie jego masowej hodowli, ustalanie powinowactwa poszczególnych gatunków kruszynka do zwalczanych gatunków szkodników oraz opracowanie metod jego uwolnienia na polach uprawnych.

W Polsce przydatność kruszynka oceniano w zwalczaniu szkodników sadów (owocówka jabłkowieczka, zwójki), warzyw (bielinki), a także upraw polowych pachówki strąkóweczki (Górski 1973) oraz omacnicy prosowianki (Bereś, Lisowicz 2005). Uzyskane w kraju wyniki nie były jednoznaczne, a na skuteczność kruszynka w dużej mierze wpływały warunki atmosferyczne. Ochłodzenia oraz deszcze ograniczyły jego aktywność. Natomiast, wyniki zastosowania kruszynka w ograniczaniu liczebności omacnicy prosowianki uzyskane w ostatnich latach są bardzo korzystne. Zwiększający się zasięg występowania omacnicy przy trudnościach technicznych w jej chemicznym zwalczaniu, pojaw omacnicy ma miejsce, gdy rośliny kukurydzy są już wysokie, przemawiają za zastosowaniem kruszynka tym bardziej, że jest on dostępny na rynku.

Możliwości, jakie stwarza masowa hodowla owadów pożytecznych nie zawsze jednak mogą być w pełni wykorzystane. Przykładem może tu być stonka ziemniaczana, w stosunku do której nie zaaklimatyzowały się introdukowane do jej zwalczania gatunki wrogów naturalnych, a wyhodowanie wymaganej do skutecznego zwalczania stonki liczby osobników drapieży jest nieopłacalne ekonomicznie. Podobną sytuację mamy w odniesieniu do wielu innych gatunków pasożytów i drapieżców tym bardziej, że nie ma pewności co do wystąpienia i liczebności szkodników.

Omawiając masową hodowlę i stosowanie organizmów pożytecznych należy podkreślić, że wartość rynku makroorganizmów wynosiła na początku XXI wieku 55% ogólnej wartości rynku środków biologicznych w Europie (Tomalak 2010).

1.5. Produkcja i stosowanie biopreparatów

Gatunki szkodliwe, zarówno postaci dorosłe i ich stadia rozwojowe są w warunkach naturalnych atakowane przez wiele mikroorganizmów, w tym przez wirusy, bakterie i grzyby. Badania nad wykorzystaniem czynników chorobotwórczych w ograniczaniu liczebności szkodników podjęto w Rosji pod koniec XIX wieku, stosując grzyby owadobójcze *Metarhizium anisopliae* w zwalczaniu szkodników zbóż i buraka.

Przełomowym momentem dla rozwoju tego obszaru metody biologicznej stało się jednak wyizolowanie w 1939 r. z pędraków popilii japońskiej, głównego szkodnika pastwisk w północno wschodnich Stanach USA, bakterii *Bacillus popilliae* i jej udane zastosowanie w zwalczaniu tego szkodnika. Doskonałe rezultaty, jakie osiągnięto zwróciły uwagę na tę możliwość biologicznego zwalczania szkodników i wpłynęły na szybki rozwój tego kierunku badań. W poszukiwaniu mikroorganizmów mogących znaleźć zastosowanie w biologicznym zwalczaniu organizmów szkodliwych pod uwagę wzięto m.in. wirusy, bakterie i grzyby. W wyniku przeprowadzonych badań obecnie dostępne są na rynku biopreparaty oparte na gatunkach z tych trzech grup mikroorganizmów.

Z biopreparatów zawierających wirusy w Polsce do stosowania dopuszczone są dwa: Carpoviruvine Super SC i Madex SC obydwie oparte na baculolovirusach i przeznaczone do zwalczania owocówki jabłkóweczki w sadach jabłoniowych. Produkowane są również biopreparaty wirusowe zalecane do ograniczania liczebności rolnicy zbożówki, piętnówki kapustnicy i bielinków, ale nie są one dopuszczone do stosowania w Polsce.

Najszerze zastosowanie w biologicznym zwalczaniu szkodników znalazły biopreparaty zawierające bakterię *Bacillus thuringiensis*. Udział środków mikrobiologicznych (zawierających głównie *B. thuringiensis*) stanowił w 1985 r. 95% w europejskim rynku środków biologicznych (Tomalak 2010) i chociaż w następnych latach, głównie w wyniku wzrostu wymagań rejestracyjnych, uległ znacznemu ograniczeniu to i tak zajmuje w obrocie środkami biologicznymi ważne miejsce.

Bakteria *B. thuringiensis* zwana laseczką turyngską charakteryzuje się wytwarzaniem toksycznego kryształu, powodującego paraliż przewodu pokarmowego owada, który traci apetyt aż do całkowitego zaprzestania żerowania. Następuje rozłożenie ścianek jelita, co umożliwia przedostanie się do jamy ciała owada bakterii, które rozmnażają się, prowadząc do jego śmierci. Endotoksyna jest skuteczna tylko przy określonym pH jelita i może być stosowana w odniesieniu do szkodników, których pH jest odpowiednie dla działania endotoksyny.

Bardzo ważnym momentem stało się wyizolowanie szczepu *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* skutecznego w zwalczaniu larw chrząszczy. Pozwoliło to na znaczne rozszerzenie zakresu zalecania biopreparatów zawierających tę bakterię.

W Polsce badania nad przydatnością biopreparatów z bakterią *B. thuringiensis* podjęto na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego wieku równoległe w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu oraz Instytutach Ogrodniczych w Skierniewicach. Doprowadziły one do rejestracji w naszym kraju pierwszych biopreparatów (Dipel, Thuridan, Bactospesine i Bascillan) z zaleceniami ich stosowania w zwalczaniu gąsienic bielinków oraz innych szkodników warzyw i sadów.

Obecnie w Polsce zarejestrowane są biopreparaty z bakterią *B. thuringiensis*: Dipel W6, Foray B76 SG i Novodor SC. Foray-76BSC jest dopuszczony do stosowania aparaturą agrolotniczą w zwalczaniu szkodników lasu, natomiast Dipel W6 jest zalecany do zwalczania gąsienic szkodników kapusty, ale także gąsienic pachówki strąkóweczki w grochu.

Od wielu lat na polskim rynku z pewnymi przerwami dostępny jest biopreparat Novodor SC zawierający bakterię *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* zalecany do biologicznego zwalczania larw stonki ziemniaczanej w ziemniakach. Stosowany w gospodarstwach ekologicznych nie znalazł szerszego zastosowania w integrowanych technologiach produkcji.

Oceniając podstawy szerokiego stosowania biopreparatów z *B. thuringiensis* w ochronie roślin jako pierwszą przyczynę należy wymienić dostępne i nieskomplikowane technologie produkcji i formułowania tych środków. Daje to możliwość zabezpieczenia potrzeb rynku w przypadku pojawu szkodnika i potrzeby jego zwalczania nawet na dużych powierzchniach. Przykładem może tu być ochrona tysięcy ha lasów w latach masowego pojawu brudnicy mniszki.

Biopreparaty z *B. thuringiensis* są praktycznie nieszkodliwe dla człowieka, zwierząt gospodarskich i organizmów nie będących przedmiotem zwalczania np.: pszczoł, biedronek i innych owadów pożytecznych, a więc odznaczają się dużą selektywnością.

W wyniku wieloletnich badań wyizolowano bardziej wirulentne szczepy bakterii zarówno tych stosowanych w zwalczaniu gąsienic motyli, jak i larw chrząszczy.

Biopreparaty można stosować tą samą aparaturą, która jest wykorzystywana w stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin. Uzyskuje się wysoką skuteczność zabiegów chociaż wyniki zwalczania są najlepiej widoczne po 24-48 godz.

Rozważając natomiast przyczyny ograniczonego zainteresowania użytkowników profesjonalnych stosowaniem biopreparatów należy wymienić:

- potrzebę dokładnego określenia daty zabiegu, ponieważ biopreparaty są najbardziej skuteczne w zwalczaniu młodszych stadiów larwalnych szkodników,
- potrzebę powtórzenia zabiegu w przypadku bardziej rozciągniętego w czasie lotu samic szkodnika i składania jaj,
- opóźniona w czasie śmiertelność larw, chociaż należy pamiętać, że przerywają one żerowanie bezpośrednio po zabiegu,
- ograniczona liczba biopreparatów i ich skuteczność w stosunku do niewielkiej liczby szkodników,
- potrzeba wymaganej wiedzy i większego zaangażowania w celu szczegółowej kontroli upraw i optymalnego wyznaczenia terminu zabiegu.

Entomopatogeny grzyby *M. anisopliae* był pierwszym czynnikiem chorobotwórczym wykorzystanym w biologicznym zwalczaniu szkodników zbóż i buraka cukrowego. Obecnie jest opisanych około 1200 gatunków owadobójczych grzybów z czego 12-15 gatunków wykorzystuje się do zwalczania szkodników (Sosnowska, Friedler 2013). W warunkach naturalnych, w tym również w Polsce, powszechnie występuje owadobójczy grzyb *B. bassiana* atakujący wiele gatunków owadów w tym groźnych szkodników: stonkę ziemniaczaną, chrabąszcza majowego, omacnicę prosowiankę, a także stonkę kukurydzianą. Na bazie tego grzyba produkuje się wiele biopreparatów, jednakże żaden z nich nie został dopuszczony do stosowania w Polsce. Technologię przygotowania biopreparatu z grzybem *B. bassiana* opracowano również w Polsce, ale nie przystąpiono do jego produkcji.

Proces chorobowy zainfekowanego grzybem owada trwa kilka dni w zależności od warunków klimatycznych i stadium owada, a w celu osiągnięcia lepszej skuteczności biopreparatu dodawano subletalne dawki insektycydu.

Oprócz dwu wymienionych zastosowanie w ochronie roślin znalazły grzyby m.in. z rodzajów *Aschersonia*, *Paecilomyces*, *Hirsutella* i *Lecanicillium*. Obecnie w Polsce nie jest dopuszczony do stosowania żaden biopreparat grzybowy.

Grzyby znajdują również zastosowanie w ograniczaniu liczebności nicieni i w niektórych krajach są produkowane biopreparaty grzybowe zalecane w zwalczaniu tej groźnej i uciążliwej grupy szkodników. W Polsce są prowadzone badania nad gatunkami grzybów przydatnych do zwalczania nicieni, jednakże brak jest zarejestrowanych biopreparatów (Sosnowska, Fiedler 2013).

1.6. Stosowanie mikroorganizmów antagonicznych w stosunku do chorób roślin

W warunkach naturalnych gatunki grzybów pasożytujących na roślinach i wywołujących choroby roślin są atakowane i niszczone przez inne gatunki grzybów będące ich antagonistami względnie produkujące substancje (antybiotyki) szkodliwe dla nich. Zjawisko to zostało wykorzystane i obecnie są dostępne biopreparaty, które jako substancje czynną zawierają żywe kultury grzybów – antagonistów dla określonych gatunków grzybów pasożytniczych dla roślin i są zalecane w ograniczaniu ich liczebności.

Wg Pietra (Pietr 2016) w porównaniu do stosowania fungicydów, biopreparaty posiadają kilka bardzo istotnych i korzystnych cech. Należą do nich: okres działania znacznie dłuższy w porównaniu do środków chemicznych, niewytwarzanie przez zwalczane choroby odporności, brak produktów degradacji, eliminacja grzybni, zarodników i sklerocji w glebie, czego nie uzyskuje się, stosując fungicydy chemiczne oraz brak oddziaływania na ludzi i zwierzęta.

W Polsce aktualnie są zarejestrowane trzy biopreparaty przeznaczone do zwalczania grzybów chorobotwórczych roślin uprawnych: Contans XX, Polyversum WP oraz Serenade ASO. Biopreparat Contans XX zawiera oospory pasożytniczego grzyba *Coniothyrium minitans* i jest zalecany do ochrony rzepaku ozimego, roślin ozdobnych (w gruncie i pod osłonami) oraz warzywniczych (również w gruncie i pod osłonami) przed zgnilizną twardzikową (*Sclerotinia spp.*).

Stosowany jest doglebowo, gdzie niszczy sklerocja grzybów z rodzaju *Sclerotinia*. Polyversum WP zawiera oospory grzyba *Pythium oligandrum* występującego w niewielkim nasileniu w naszych warunkach i jest przeznaczony do ochrony strefy korzeniowej truskawki oraz pomidorów, papryki, ogórka i sałaty przed chorobami pochodzenia glebowego powodujących fytoftorozę, zgorzel podstawy łodygi, fuzariozę oraz zgniliznę twardzikową. Biopreparat ten jest również zalecany do stosowania w uprawach małoobszarowych m.in. w ochronie papryki uprawianej w polu, fasoli szparagowej, pietruszki korzeniowej, kapust: pekińskiej i głowiastej, a także ogórka polowego.

Polyversum WP jest zalecany do ochrony chmielu przed mączniakiem rzekomym, a także borówki amerykańskiej, czarnej porzeczkii, maliny letniej i jesiennej, czereśni, gruszy, szkółek roślin ozdobnych i drzew leśnych, a także iglaków oraz wielu innych gatunków roślin ozdobnych i trawników. Szczegółowe zalecenia znajdują się w etykiecie środka.

Biopreparat Serenade ASO jako substancję czynną zawiera szczep QST 713 bakterii *Bacillus subtilis* i jest przeznaczony do stosowania przeciwko chorobom grzybowym, głównie szarej pleśni w uprawach truskawek, marchwi, sałaty, pomidorów, papryki oraz oberżyny.

Pomimo wielu wykonanych badań i uzyskania pozytywnych wyników nie udało się doprowadzić w Polsce do rejestracji biopreparatów zawierających grzyby z rodzaju *Trichoderma spp.* Produkowane w wielu krajach są z powodzeniem stosowane w formie zapraw względnie oprysków w ograniczaniu występowania groźnych chorób roślin uprawnych. Z powodzeniem są wykorzystywane do wzbogacania podłoża pod osłonami, zmniejszając zagrożenie dla roślin ze strony patogenów obecnych w glebie. Należy mieć nadzieję, że biopreparaty te trafią w przyszłości do polskich producentów.

1.7. Stosowanie czynników ograniczających występowanie chwastów

Zastosowanie metody biologicznej w zwalczaniu niepożądanego rośliności (chwastów) w wielu przypadkach zakończyło się powodzeniem. Dotyczyło to przede wszystkim zwalczania chwastów zawleczonych na nowe tereny i introdukcji

owadów żerujących na nich w ślad za tymi chwastami. Pozwalało to na ograniczenie aż do prawie całkowitego zlikwidowania populacji chwastów (Lipa J. J., Pruszyński 1967, Boczek J. i wsp. 2014).

Uzyskane wyniki zachęciły do dalszych poszukiwań, ale też wskazały na złożoność problemu. Bardzo czasochłonne i kosztowne okazały się badania nad gatunkami mikro- i makroorganizmów przeznaczonych do uwolnienia celem zwalczania chwastów.

Przy zastosowaniu czynnika biologicznego wymagana jest pewność, że po zlikwidowaniu czy ograniczeniu gatunku zwalczanego nie przeniesie się on na roślinę uprawną. Nawet monofagi – gatunki żerujące na jednym żywicielu muszą przejść kilkuletnie badania nad ich zachowaniem w przypadku braku rośliny żywiciela. W odróżnieniu od zawleczonych znacznie trudniejsze okazało się opracowanie biologicznego zwalczania miejscowych gatunków posiadających już określony zestaw chorób czy atakujących je szkodników, których rozmnożenie groziłoby zmianami w środowisku i doprowadzeniem do powstania szkód w roślinach uprawnych.

Mając na uwadze bardzo wysokie koszty badań, a także znaczenie ekonomiczne poszczególnych chwastów, wytypowano gatunki odpowiednie do biologicznego zwalczania. W Europie lista obejmuje 20 takich gatunków w ich liczbie: powój polny, ambrozja bylicolistna i niecierpek gruczołowaty (Boczek i wsp. 2014).

W porównaniu do introdukcji i stosowania owadów czy roztoczy, wykorzystanie mikroorganizmów nie dało do tej pory spodziewanych rezultatów. Gatunki chwastów są atakowane przez wiele gatunków grzybów, ale najczęściej są to gatunki polifagiczne nieprzydatne w biologicznej walce z chwastami. Są przykłady obiecujących wyników badań, np. wykorzystanie grzyba *Puccinia komarovii* do zwalczania niecierpka (*Impatiens glandulifera*), fitotoksyn *Aseochyta caulina* w zwalczaniu ambrozji czy zjawiska allelopatii, ale dotychczas w Europie, w tym i w Polsce nie odnotowano znaczących sukcesów tej metody (Woźnica 2012).

1.8. Środki biotechniczne

Wielu specjalistów do metody biologicznej zalicza stosowanie środków biotechnicznych, czyli substancji pochodzenia naturalnego otrzymywanych bezpośrednio z roślin i innych organizmów żywych czy syntetyzowanych i produkowanych w laboratoriach lub zakładach przemysłowych i wpływających na zachowanie się owadów, zwiększenie odporności roślin lub do stosowania w bezpośrednim zwalczaniu szkodliwych organizmów. Część autorów wydziela te środki jako oddzielną metodę biotechniczną.

Do tej grupy środków zaliczane są feromony – substancje wpływające na zachowanie się owadów. W powszechnym użyciu są feromony płciowe, a więc związki

chemiczne, którymi samice przywabiają samców przed kopulacją. Różnej budowy pułapki feromonowe są rozwieszane w sadach, a umieszczone wewnątrz pułapki feromon przyciąga samce, które przyklejają się do pokrytych klejem ścianek pułapki. Feromonowe pułapki są najczęściej stosowane celem rejestracji i oceny nasilenia szkodników, co w efekcie jest ważną informacją przy podejmowaniu decyzji o terminie i wykonaniu zabiegu.

Ważną grupę środków biotechnicznych stanowią środki ochrony roślin uzyskiwane bezpośrednio z roślin lub produkowane na bazie związków naturalnych. Wymienić tu należy środki ochrony roślin, które jako składnik czynny zawierają abamektynę i są zalecane do zwalczania przędziorków, wciornastków w uprawach ogórków, pomidora, papryki i oberżyny oraz niektórych roślin ozdobnych pod osłonami. Do zwalczania wciornastków i miniarek zalecany jest środek zawierający Spinosyn A i B, które są produktami fermentacji bakteryjnej.

Z innych środków wymienić należy przeznaczony do zapobiegania i zwalczania chorób grzybowych w uprawie warzyw pod osłonami fungicyd zawierający olej z krzewu herbacianego. Zarejestrowany jest również środek zawierający olej rybi. Do środków biotechnicznych zaliczane są również regulatory wzrostu oraz stymulatory odporności. Omawiając tę grupę środków podkreślić należy niekorzystną tendencję zmniejszenia się ich liczby w kolejnych latach.

O ile w Zaleceniach Ochrony Roślin na lata 2006/2007 przygotowywanych przez Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu w wykazie dopuszczonych środków znajdowało się 113 środków biologicznych i biotechnicznych, to na lata 2010/2011 – 69, a na lata 2014/2015 już tylko 29. Przedstawiona sytuacja jest konsekwencją znacznego wzrostu wymagań rejestracyjnych i rezygnacji producentów ze względu na wysokie koszty wymaganych badań. Ta sytuacja ma jednak ulec zmianie i możemy liczyć na wzrost liczby środków biotechnicznych w praktyce ochrony roślin.

1.9. Zakres stosowania metody biologicznej

Niepodważalnym sukcesem metody biologicznej były niezwykle udane introdukcje owadów pożytecznych, dzięki którym rozwiązano problem zwalczania wielu zawleczonych gatunków szkodników i chwastów. Należy pamiętać, że introdukcja obejmowała duże rejony krajów, a nawet kontynenty. Przykładami mogą być introdukcja do Europy ośca korówkowego w celu biologicznego zwalczania mszycy bawełnicy korówki czy ograniczenie występowania opuncji w Australii dzięki introdukcji motyla *Castoblastis cactorum*.

W porównaniu do tych osiągnięć znacznie mniejszy jest zakres zastosowania metody biologicznej w programach ochrony roślin. Według prof. dr J. van Len-

terena w roku 2005 metodę biologiczną stosowano w ochronie upraw na ogólnej powierzchni około 17 mln ha, co stanowiło około 1% ogółu użytków rolnych. Największe zastosowanie metoda biologiczna znajdowała wtedy w Federacji Rosyjskiej (10 mln ha) oraz w Ameryce Łacińskiej (4,4 mln ha). W Europie metodę tę stosowano zaledwie na 0,1 mln ha.

W porównaniu do innych rejonów świata zwraca uwagę bardzo szerokie zastosowanie metody biologicznej w Federacji Rosyjskiej. Już w 1978 r. wg Fadiejewa (Fadiejew 1980) środki biologiczne stosowano w ZSRR na powierzchni 15,5 mln ha, w tym kruszynka uwolniono na powierzchni 9,3 mln ha, a biopreparat Baktorodencyd na powierzchni 3,6 mln ha. W uprawach szklarniowych drapieżcę *Phytoseiulus persimilis* oraz biopreparaty do zwalczania chorób pod ogólną nazwą Trichoderma stosowano na powierzchni 1,9 mln m², a Baktorodencyd na powierzchni 5,5 mln m². W następnych latach następował w ZSRR dalszy postęp w stosowaniu metody biologicznej, m.in. poprzez utworzenie około 600 biolaboratoriów produkujących czynniki biologiczne dla poszczególnych rejonów i w roku 1978 N. A. Filipov (Filipov 1989) na radziecko-fińskim sympozjum poinformował, że metodę biologiczną stosuje się w ZSRR na powierzchni około 35 mln ha.

Najważniejszymi stosowanymi czynnikami biologicznymi były: kruszynek – 15 mln ha, biopreparaty *Bacillus thuringiensis* – 2 mln ha oraz biopreparaty do zwalczania gryzoni 3 mln ha. Na około 10-11 mln ha realizowano ochronę entomofauny pożytecznej. Kolejne dane pochodzą z roku 1996 (Pruszyński 1997). Zmiana sytuacji politycznej i gospodarczej doprowadziły do znacznego ograniczenia liczby biolaboratoriów do 271. Nadal jednak produkowano w nich 1068 ton biopreparatów (15 bakteryjnych i 13 grzybowych) oraz 18 gatunków drapieżców i pasożytów. Chroniony biologicznie areal wynosił 7,8 mln ha upraw rolniczych oraz 18690 ha upraw szklarniowych. Zakładano jednocześnie dalszy rozwój stosowania metody biologicznej nawet do 50-60% ogólnej powierzchni upraw rolniczych.

Jakkolwiek według przedstawionych później danych areal upraw chronionych biologicznie był w ZSRR mniejszy od podanego wcześniej, to i tak ZSRR, a obecnie Federacja Rosyjska, są obszarem, na którym w strefie umiarkowanej stosuje się metodę biologiczną w największym zakresie na świecie (Pruszyński 1997).

Poszukując podstaw i przyczyn tak szerokiego zastosowania w ZSRR w praktyce ochrony upraw metody biologicznej, jako pierwszą należy wymienić wieloletnie tradycje badań oraz ich intensywny rozwój. Już na przełomie XIX i XX wieku w Rosji po raz pierwszy na świecie rozpoczęto wykorzystywanie w praktyce biopreparatów grzybowych do zwalczania szkodników, a podkreśleniem poparcia potrzeby prowadzenia badań nad metodą biologiczną było utworzenie w Kiszyniowie Instytutu Metod Biologicznych, którego planowaną rozbudowę przerwały zmiany

polityczne, a także brak zainteresowania ZSRR syntezą i produkcją chemicznych środków ochrony roślin. W zaistniałej sytuacji, postawienie na rozwój i wykorzystanie metody było zrozumiałe, a jednocześnie nawet niższa skuteczność z braku innych metod była akceptowalna.

Ważną funkcję spełniały dotacje do organizowania biolaboratoriów i dofinansowywanie ich działalności. Ograniczenie lub brak dotacji doprowadziły do szybkiej likwidacji ponad połowy z nich i radykalnego zmniejszenia chronionego biologicznie areálu. Jako najważniejsze należy tu wymienić doradztwo prowadzone zarówno przez pracowników instytutów naukowych jak i pracowników biolaboratoriów. Wdrażanie metody biologicznej zawsze było prowadzone pod nadzorem przygotowanych specjalistów, co dawało znacznie większe szanse powodzenia, a także było bieżącym szkoleniem pracowników rolnych i ogrodniczych.

W wielu przypadkach podstawą funkcjonowania biolaboratoriów była pewna swoboda produkcji i brak rygorystycznych przepisów co do wymogów technologicznych. Dostępne były opracowane przez wybitnych specjalistów metody produkcji, jednakże różne warunki i różne wyposażenie biolaboratoriów skutkowały uzyskiwaniem nie zawsze ściśle porównywalnych produktów końcowych.

Na pewno wiele zmieniło się w podejściu do stosowania metody biologicznej, przede wszystkim potrzeba rejestracji biopreparatów i związane z tym nakłady finansowe, ale część działań podejmowanych w ZSRR, takich jak dotacje do stosowania metody biologicznej czy fachowe doradztwo na pewno pozostają aktualne.

W tym okresie, a więc pod koniec XX wieku poważne osiągnięcia w produkcji biologicznych czynników ochrony roślin i ich stosowaniu w praktyce notowano w Polsce (Lipa, Pruszyński 2010) i zostały one omówione wcześniej. Nie można jednak odmówić zaangażowania w badania naukowe oraz producentów biologicznych środków ochrony roślin, którzy utworzyli Międzynarodowe Stowarzyszenie Producentów Biologicznych Środków Ochrony Roślin skupiających ponad 150 producentów z całego świata.

W każdym roku Stowarzyszenie organizuje Roczne Spotkanie w czasie, którego omawiany jest postęp w produkcji środków biologicznych oraz uwarunkowania ich stosowania. Znamienne są tu słowa Prezydenta Stowarzyszenia Michela Guillon'a z 2009 r., który powiedział: „*choć jest dostępnych więcej niż 1000 różnych produktów lub technologii wytwarzanych przez ponad 350 producentów w świecie, wykorzystanie czynników biologicznego zwalczania jest nadal marginalne, stanowią one bowiem tylko 2% wszystkich dostępnych na rynku środków ochrony roślin, co daje kwotę około 588 mln USD*”.

1.10. Podsumowanie

Obecny zakres bezpośredniego zastosowania w praktyce ochrony roślin metody biologicznej jest niewielki i nie spełnia oczekiwań ani nie odpowiada wartości tej metody.

Udział biologicznych środków ochrony roślin na światowym rynku środków ochrony roślin jest oceniany na około 2%. Zgodnie z Międzynarodowym Raportem opublikowanym w roku 2009 (Tomalak 2010) rynek biologicznych środków ochrony roślin ma wzrastać rocznie o 9,9%, co miało pozwolić na zwiększenie udziału na światowym rynku do 4,2% w roku 2010. Brak jest danych na ile ten poziom został osiągnięty, natomiast na pewno nie obserwuje się gwałtownego wzrostu stosowania metody biologicznej w światowej ochronie roślin.

Ocena znaczenia metody biologicznej w ochronie roślin tylko na podstawie udziału biologicznych środków ochrony roślin w światowym rynku środków ochrony roślin byłaby jednak bardzo znacznym uproszczeniem i nie oddawałaby rzeczywistego znaczenia czynników biologicznych w ograniczaniu liczebności organizmów szkodliwych. Bardzo ważnym elementem oceny metody biologicznej jest uwzględnienie roli oporu środowiska, czyli udziału naturalnie występujących wrogów naturalnych organizmów szkodliwych w ograniczaniu ich występowania i tematyka ta zostanie omówiona w następnym rozdziale tego opracowania.

Rozpatrując natomiast stosunkowo niewielki udział czynników biologicznych w programach ochrony roślin to jako ważną przyczynę takiego stanu należy uznać wysokie wymagania rejestracyjne i rezygnację producentów z ponoszenia kosztów rejestracji. Stwierdzone przypadki patogeniczności niektórych czynników biologicznych w stosunku do ludzi i innych zwierząt ciepłokrwistych spowodowały, iż obecnie wymagania rejestracyjne w stosunku do biopreparatów są zbieżne z wymaganiami stawianymi chemicznym środkom ochrony roślin (Tomalak 2007, 2010).

Przy ograniczonym zakresie stosowania wielu producentów rezygnuje z rejestracji biopreparatów. Obowiązujące obecnie w Unii Europejskiej przepisy mają ulec zmianie w kierunku ułatwienia rejestracji czynników biologicznych, ale to jeszcze nie nastąpiło.

Ograniczona dostępność środków biologicznych oraz najczęściej ograniczenie ich działania do jednego lub niewielu gatunków organizmów szkodliwych też wpływa na mniejsze zainteresowanie nimi ze strony producentów. Dodać tu należy potrzebę dokładnego wyznaczenia terminu zabiegu oraz wolniejsze działanie w porównaniu do środków chemicznych. Również ceny i koszty zwalczania oraz potrzeba powtórzenia zabiegu nie przemawiają na korzyść metody biologicznej.

Odminną sytuację mamy w uprawach pod osłonami, gdzie metoda biologiczna dysponuje możliwością zwalczania praktycznie wszystkich organizmów szkodli-

wych, dystrybutorzy pełnią jednocześnie funkcję doradców i stosowanie tej metody jest opłacalne ekonomicznie oraz jest ważnym czynnikiem konkurencyjnym. W uprawach rolniczych nie mamy takich przykładów i pisząc o perspektywach metody biologicznej należy rozpocząć od przygotowania producentów. Chodzi tu o pogłębienie wiedzy wyniesionej ze szkoleń dotyczących integrowanej ochrony o lepsze poznanie metody biologicznej.

W upowszechnianiu integrowanej ochrony najważniejsze będzie przygotowanie producenta i jego wiedza na temat środowiska pól uprawnych i zachodzących w nich procesach i ta właśnie wiedza powinna być też bodźcem do zainteresowania się i wprowadzenia w gospodarstwie metody biologicznej.

O rozwoju i szerokim zastosowaniu metody biologicznej w ZSRR zdecydowały badania naukowe, stworzenie sieci biolaboratoriów oraz doradztwo fachowe.

Nie inaczej będzie w naszym kraju. Według Tomalaka i wsp. (2011) najważniejszymi obszarami zmian w rozwoju i stosowaniu metod i środków biologicznych są (cytat):

- „grupy, gatunki i szczepy czynników biologicznych wykorzystywanych w praktyce,
- technologie ich masowej produkcji i stabilizacja jakości produktu,
- metody formulacji środków,
- asortyment środków biologicznych dostępnych na rynku,
- obszary wykorzystania czynników i środków biologicznych,
- metody stosowania,
- wymagania i zasady rejestracji oraz
- promocja, dystrybucja i doradztwo” (koniec cytatu).

Mamy dobre zaplecze naukowe, które jest w stanie reagować na zachodzące zmiany oraz wiele niezrealizowanych projektów produkcji środków biologicznych. Potrzebne są środki finansowe i tu należy liczyć na pomoc ze strony organizacji rządowych, samorządowych i producentów środków ochrony roślin. Pozostanie przygotowanie służb doradczych i samego producenta. Pamiętać przy tym należy, że rolnik musi w tym widzieć głęboki sens i uzasadnienie ekonomiczne.

2. ENTOMOFAUNA POŻYTECZNA I JEJ OCHRONA

Przedstawione w poprzednim rozdziale działania podejmowane i prowadzone w ramach metody biologicznej koncentrowały się na bezpośrednim zastosowaniu czynników biologicznych, takich jak biopreparaty, introdukcja czy masowa hodowla i uwalnianie gatunków pożytecznych. Do omówienia pozostaje natomiast druga, niezwykle bogata w możliwości i jednocześnie mniej dotychczas opraco-

wana i wykorzystywana w praktyce część metody biologicznej, jaką jest wykorzystanie w ochronie upraw obecności i działalności wrogów naturalnych ograniczających liczebność gatunków szkodliwych.

Tematyka ta zostanie omówiona w trzech podrozdziałach, z których pierwszy będzie dotyczył występowania i wykorzystania entomofauny pożytecznej, drugi – owadów zapylających i ich ochrony oraz trzeci – ochrony entomofauny pożytecznej oraz stwarzanie jej dogodnych warunków do rozwoju i bytowania.

2.1. Entomofauna pożyteczna

Pole uprawne jest miejscem przebywania wielu gatunków owadów, z których część jest traktowana jako szkodniki, a więc gatunki powodujące straty przewyższające kosztem ich zwalczanie, wiele gatunków obojętnych dla uprawy występujących w małym nasileniu lub znajdujących się tam przypadkowo oraz duża grupa drapieżców i pasożytów – wrogów naturalnych szkodników. Z punktu widzenia ochrony roślin oraz metody biologicznej właśnie ta ostatnia grupa określana mianem entomofauny pożytecznej, do której zalicza się również owady zapylające, posiada podstawowe znaczenie w regulowaniu występowania i liczebności owadów, w tym szkodliwych, a jej wykorzystanie powinno stanowić bardzo ważny element w integrowanej ochronie upraw przed szkodnikami.

Potwierdzeniem takiego stwierdzenia jest analiza definicji integrowanej ochrony roślin. W zacytowanej w poprzednim rozdziale definicji zaproponowanej przez Flint'a i van den Bosch'a czytamy, że integrowana ochrona „*silnie podkreśla wykorzystanie naturalnych czynników śmiertelności, takich jak wrogowie naturalni i czynniki klimatyczne i poszukuje takich rozwiązań w ochronie upraw, które w możliwie najmniejszym stopniu mogą ograniczyć śmiertelność naturalną*”.

Takie podejście i traktowanie wykorzystania entomofauny pożytecznej obowiązuje w pełni obecnie i w wymaganiach integrowanej ochrony roślin określonych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin znajdujemy zapis:

§ 1. 1. Integrowana ochrona roślin obejmuje wszystkie dostępne działania i metody ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w tym stosowanie przede wszystkim działań lub metod niechemicznych, a w szczególności:

6) ochronę organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych”.

Od początku powstania koncepcji integrowanej ochrony roślin zakładano więc wykorzystanie pożytecznej działalności wrogów naturalnych szkodników, a w tworzeniu

programów integrowanej ochrony poszczególnych gatunków szkodników uwzględniano konieczność poznania składu gatunkowego wrogów naturalnych ograniczających liczebność szkodnika, określenie jego roli, wytypowanie gatunków posiadających największe znaczenie w redukcji liczebności szkodnika i wreszcie opracowanie doboru zastosowanych metod tak, aby tę pożyteczną działalność wykorzystać.

Przykładem takiego podejścia do opracowania całego programu integrowanej ochrony rzepaku ozimego jest praca Pałosza (Pałosz i wsp. 1994) „Podstawy integrowanej ochrony rzepaku ozimego przed agrofagami”.

W przedstawionym programie autorzy uwzględniają prawidłową agrotechnikę, a w tym co najmniej czteroletnie przerwy w uprawie rzepaku na tym samym polu, zachowanie izolacji przestrzennej między uprawami rzepaku, przestrzeganie optymalnego dla danego rejonu terminu siewu, zapewnienie prawidłowego nawożenia oraz wysiew na obrzeżach roślin pułapkowych.

Kolejnym elementem jest dobór odmian ze zwróceniem szczególnej uwagi na wrażliwość odmian na występujące na danym terenie agrofagi.

Omawiając wykorzystanie entomofauny pożytecznej autorzy podają, że w uprawach rzepaku może występować ponad 60 gatunków pasożytów i drapieżców atakujących główne szkodniki rzepaku.

W ograniczaniu liczebności słodyszka rzepakowego największe znaczenie mają gąsieniczniki z rodzaju *Isurgus* sp. (= *Phradis* sp.) oraz *Diospilus capito*. Maksimum lotu pasożytów obserwuje się na początku kwitnienia rzepaku, a największe spasożytowanie stwierdzono w rejonach, gdzie niewielkie powierzchniowo plantacje rzepaku były rozrzucone wśród innych upraw (Błażejewska, Krajewska 1983, Hokkanen i wsp. 1988). Głównym czynnikiem ograniczającym przeżywalność larw chowacza podobnika jest pasożyt *Trichomalus perfectus* Walk. Maksimum lotu pasożyta ma miejsce w 1-2 tygodniu po zakończeniu kwitnienia rzepaku.

Naturalnym wrogiem mszycy kapuścianej jest pasożyt *Diaceretiella rapae*, a drapieżcami m.in. biedronkowate (*Coccinellidae*).

W stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin autorzy zalecają (cytat):

- „odejście od rutynowego stosowania pestycydów przy wykorzystaniu udoskonalonych metod oceny stanu fitosanitarnego i ekologicznego plantacji;
- nie tylko sygnalizowanie terminu zabiegu lecz i odwoływanie zabiegów zbędnych lub szkodliwych dla środowiska, np. odwołanie zabiegów przeciw chowaczowi brukwiaczkowi (*C. napi*), gdy minie okres wrażliwości roślin (to jest kiedy wysokość roślin przekroczy 20-30 cm);
- unikanie stosowania insektycydów totalnych (pyretroidy) w szczególności w okresie maksymalnego lotu pożytecznej entomofauny;

- *tam, gdzie to możliwe i celowe (szkodniki łuszczykowe, mszyce) – rezygnacja z ałopowierzchniowych zabiegów insektycydowych, a preferowanie zabiegów brzegowych, a także w połączeniu z wysiewem roślin pułapkowych (słodyszek);*
- *nie stosowanie pyretroidów do zabiegów brzegowych, ze względu na ich działanie repelentne;*
- *przestrzeżenie okresu prewencji dla pszczół;*
- *stosowanie przebadanych mieszanin agrochemikaliów i tylko wówczas, gdy ma to uzasadnienie biologiczne i agrotechniczne, a nie tylko ekonomiczne;*
- *unikanie mechanicznego uszkodzenia roślin rzepaku podczas zabiegów aparaturą naziemną przez obniżenie wysokości łąnu na pasach przejazdowych przy użyciu retardantów”.*

Analizując przedstawiony przez Pałosza i wsp. w roku 1994 program integrowanej ochrony rzepaku ozimego znajdujemy olbrzymią zgodność z aktualnymi zaleceniami zawartymi w Załączniku III do dyrektywy 128/2009 oraz rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi dotyczącego wymagań integrowanej ochrony roślin. Oznacza to prawidłowe ukierunkowanie badań prowadzonych w naszym kraju, a także, że producent rolny miał możliwość zapoznania się z założeniami integrowanej ochrony i wdrożenia jej elementów znacznie wcześniej przed jej obowiązkowym wprowadzeniem.

Powracając natomiast do entomofauny pożytecznej należy podkreślić, że prowadzone od XIX wieku badania i obserwacje pozwoliły na stosunkowo szczegółowe poznanie występującej w warunkach naturalnych entomofauny pożytecznej.

Rubcow (1951) w swym podręczniku „Biologiczna metoda walki ze szkodliwymi owadami” w rozdziale: „Kolejne zadania w wykorzystaniu entomofagów” na podstawie przeglądu literatury rosyjskiej i światowej dokonał zestawienia gatunków wrogów naturalnych dużej liczby szkodników. Jakkolwiek praca Rubcowa dotyczy w głównej mierze szkodników roślin cytrusowych, to zawiera także omówienie wrogów naturalnych drzew i krzewów owocowych, roślin ozdobnych, morwy, wybranych gatunków szkodników roślin przemysłowych, zbóż i roślin strączkowych. Omawiając poszczególne szkodniki autor uzupełnia wykazy informacjami o liczebności i oraz przewidywanym znaczeniu drapieżców i pasożytów.

Rubcow podkreśla, że dla racjonalnego wykorzystania czynników biologicznych w ochronie roślin wymagane jest podjęcie i realizowanie badań zmierzających do poznania zjawisk zachodzących w biocenozach i agrocenozach, ponieważ nasza dotychczasowa znajomość związków biocenetycznych i ich przebiegu jest zupełnie niedostateczna. Nie może również dawać podstaw do przyjęcia jako zjawisko stałe jednokrotne lub nawet przypadkowe stwierdzenie aktywności wroga czy wrogów naturalnych szkodnika. Obserwacje takie są ważnym przyczynkiem do

badan i dają prawdopodobieństwo ich powtórzenia się, ale nadal muszą podlegać szczegółowej ocenie. Uznając obecny stan wiedzy (dotyczy lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia) za niewystarczający, autor uważa za niezbędne podjęcie szerokich badań nad biologią, zasięgiem geograficznym i związkami biocenotycznymi ważnych gatunków szkodników i ich wrogów naturalnych. „Z ekonomicznego punktu widzenia podobne badania są bezwarunkowo niezbędne, a wszelkie wydatki na nie stokrotnie się opłacają” (cytat z podręcznika).

Zaprzeczając optymizmowi towarzyszącemu możliwości wykorzystania entomofauny pożytecznej w ograniczaniu liczebności szkodników Rubcow podkreśla, że są to „dopiero pierwsze zarysy”, i że ani w ZSRR, ani w żadnym innym kraju nie ma jeszcze dotąd „dostatecznych danych faktycznych”.

Również w Polsce, początkowo jako fragment badań faunistycznych, a następnie jako ważny element w opracowywaniu podstaw biologicznego zwalczania szkodników prowadzono obserwacje nad składem gatunkowym oraz nasileniem i znaczeniem w ograniczaniu liczebności szkodników ich wrogów naturalnych.

Uzyskane w naszym kraju wyniki znalazły swoje posumowanie w referatach przedstawionych na konferencji „Stan badań nad organizmami pożytecznymi z punktu widzenia potrzeb ochrony roślin w Polsce” i opublikowanych w 45 Zeszytach Problemy Postępów Nauk Rolniczych.

Poznanie składu gatunkowego wrogów naturalnych danego szkodnika jest ważną, ale nie jedyną informacją wymaganą w określeniu możliwości wykorzystania entomofauny pożytecznej w praktycznym ograniczaniu liczebności szkodników. Można nawet określić, że jest to wstęp do dalej prowadzonych badań obejmujących wytypowanie gatunków mających największe znaczenie w utrzymaniu populacji szkodnika na niskim poziomie, poznanie występowania i biologii tych gatunków i warunków ich występowania w agrocenozach, a także dostosowanie programu zwalczania szkodnika do obecności i wykorzystania pożytecznej działalności entomofaga lub entomofagów. W ramach tych badań istotnym jest określenie warunków sprzyjających występowaniu wrogów naturalnych, ustalenie potrzeby i terminów zwalczania szkodnika oraz wytypowanie do zabiegu chemicznych środków ochrony roślin w najmniejszym stopniu zagrażającym wrogom naturalnym.

Należy podkreślić, że wiele gatunków szkodników posiada długą listę wrogów naturalnych, co nie zawsze przedkłada się na redukcję liczebności szkodnika.

Lipa i wsp. (1998) podają, że w Europie odnotowano 237 gatunków drapieżców i pasożytów atakujących stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Z tej liczby 19 gatunków to pająki, a pozostałe 218 to owady. Jest przy tym charakterystyczne, że w Ameryce Płn., a więc w rejonie pochodzenia stonki ziemniaczanej

nej stwierdzono występowanie 61 gatunków wrogów naturalnych, a w Europie, dokąd została zawleczona – 237. Należy zadać sobie pytanie, co jest powodem, że przy tak dużej liczbie wrogów naturalnych stonka nadal stanowi realne zagrożenie dla upraw ziemniaka?

Po pierwsze w odniesieniu do stonki ziemniaczanej w naszych warunkach mamy najczęściej do czynienia z przypadkowym jej atakowaniem przez drapieżców polifagicznych (biedronki, złotooki, biegaczowate), dla których stadia rozwojowe stonki ziemniaczanej są jednym z wielu a nie podstawowym pokarmem.

Po drugie, a ma to odniesienie do większości gatunków entomofagów, ich pojaw ma miejsce już po nalocie szkodnika i obecność gatunków pożytecznych nie ogranicza w wystarczającym stopniu uszkodzeń rośliny uprawnej i strat powodowanych przez szkodnika.

Po trzecie nawet wysoka śmiertelność szkodnika w okresie jego rozwoju, od jaja do postaci dorosłej i później w trakcie zimowania, w większości przypadków nie jest wystarczająca do utrzymania populacji szkodnika na poziomie poniżej progu szkodliwości.

Karg (1970, 1976) w badaniach prowadzonych na terenie Wielkopolski wykazał, że wrogowie naturalni niszczą od 23 do 78% jaj i larw stonki ziemniaczanej, a ogólna śmiertelność populacji stonki przekracza 80 do 90%. Niestety nadal jest to niewystarczająca redukcja niepozwalająca na utrzymanie liczebności stonki na poziomie poniżej progu szkodliwości.

Można sobie jedynie zadać pytanie, jakie byłyby konsekwencje braku zespołu wrogów naturalnych? Odpowiedzi może być wiele, a są to przypadki zawleczenia szkodników na nowe tereny, gdzie nie występują ich wrogowie naturalni.

Opisane wcześniej przykłady niezwykle udanych introdukcji wrogów naturalnych zawleczonych szkodników jednoznacznie przekonują o podstawowej roli, jaką spełniają wrogowie naturalni w ograniczaniu liczebności gatunków szkodliwych.

Innym przykładem są masowe pojawy przędziorków w sadach w przypadkach, gdy zabiegi insektycydowe prowadzone przeciw innym szkodnikom powodowały bardzo wysoką śmiertelność ich wrogów naturalnych.

Wracając natomiast do praktycznego wykorzystania pożytecznej entomofauny, to po poznaniu składu gatunkowego wrogów naturalnych poszczególnych gatunków szkodników kolejnym etapem badań jest określenie ich znaczenia w ograniczaniu liczebności szkodnika.

Na badania te składa się poznanie biologii wrogów naturalnych, terminów ich pojawu, czynników sprzyjających rozwojowi i wzrostowi ich liczebności, i wreszcie

określenie możliwości włączenia działalności owadów pożytecznych do programu ochrony uprawy.

Dorobek naukowy na tym polu jest ogromny, a wyniki uzyskane w naszym kraju były m.in. prezentowane na ogólnokrajowej konferencji: „Pasożytnicze i drapieżne owady oraz ich wykorzystanie w biologicznej metodzie ochrony roślin”, która odbyła się w 1971 r. w Jabłonce. Materiały z tej konferencji zostały opublikowane w 144 Zeszycie Problemowym Postępów Nauk Rolniczych. W tematyce konferencji znalazły się referaty oceniające dotychczasowy przebieg badań nad wykorzystaniem owadów pożytecznych, wpływem zabiegów chemicznymi środkami ochrony roślin na różne grupy entomofagów oraz roli owadów pożytecznych w ograniczaniu liczebności szkodników. W tej ostatniej grupie referatów zaprezentowano m.in. rolę ośca korówkowego w zwalczaniu bawełnicy korówki, rolę owadów drapieżnych w ograniczaniu liczebności szkodników w lesie, metody uwalniania kruszynka w zwalczaniu pachówki strąkóweczki i owocówek, znaczenie złotooków i bzygowatych w zwalczaniu mszyc, opis masowych hodowli *Phytoseiulus persimilis* i *Encarsia Formosa* wykorzystywanych w biologicznym zwalczaniu przędziorków i mączlika szklarniowego w szklarniach, a także wpływ roślin nektarodajnych na stopień spasożytnictwa niektórych szkodników jabłoni.

Równolegle do badań nad możliwością praktycznego wykorzystania metody biologicznej prowadzone były wytężone prace przez firmy fitofarmaceutyczne nad opracowaniem i wdrożeniem do praktyki nowych, stosowanych w niskich dawkach i mniej zagrażających ludziom i środowisku, chemicznych środków ochrony roślin. Pod presją społeczeństwa, środowisk ekologicznych konsumentów, a także poprzez wprowadzanie nowych przepisów prawnych ze stosowania wycofano środki trwale zalegające w środowisku i charakteryzujące się wysoką toksycnością dla ludzi i środowiska, ale w ich miejsce wprowadzano środki nowe bardziej odpowiadające wymogom i oczekiwaniom społeczeństwa.

Również intensyfikacja produkcji rolnej nie sprzyjała rozwojowi i upowszechnieniu metody biologicznej, stosowanie której wymaga lepszego przygotowania zawodowego producenta, a efekty stosowania nie zawsze są tak szybkie i widoczne jak przy stosowaniu środków chemicznych. Dodać tu należy, że wykorzystanie działalności entomofauny pożytecznej jest procesem bardzo złożonym, ponieważ jest uwarunkowane nie tylko działalnością człowieka, ale także kompleksem warunków obejmujących m.in. zmiany pogodowe oraz jest podporządkowane regulacjom zachodzącym w agrocenozach. Nie oznacza to absolutnie rezygnacji z tego kierunku badań, ale wręcz przeciwnie przemawia za potrzebą ich nie tylko kontynuacji, ale znacznego rozszerzenia. Opracowywanie programów ochrony z wykorzystaniem działalności entomofauny pożytecznej to nie tylko zalecenie

integrowanej ochrony roślin, ale przyszłościowe spojrzenie na ochronę upraw najbardziej spełniającą wymogi ochrony środowiska oraz oczekiwania społeczeństwa.

Za takim spojrzeniem na ochronę roślin przemawiają też uzyskane wyniki i prowadzone aktualnie badania. Jako przykład zaprezentowane zostaną wyniki dotyczące znaczenia entomofauny pożytecznej w regulacji liczebności szkodników sadów (Olszak 2005, 2010). Wybór sadów nie jest tu przypadkowy. Właśnie w sadach najwcześniej wystąpiły uboczne, niekorzystne skutki masowego stosowania chemicznych środków ochrony roślin wyrażające się uodpornieniem się niektórych gatunków szkodników na stosowane substancje czynne oraz poprzez wzrost śmiertelności w czasie zabiegów entomofauny pożytecznej masowym pojawem, np. przedziorków.

Na podstawie badań własnych oraz danych ze światowej literatury Olszak (2010) zestawił efektywność wybranych gatunków parazytoidów w ograniczaniu niektórych szkodników sadów.

Zgodnie z tym zestawieniem redukcja populacji szkodników wynosi od około 30% w odniesieniu do brudnicy mniszki (*Lymantria dispar*) i kwieciaka jabłkowca (*Anthonon pomorum*) aż do 100% w przypadku bawełnicy korówki (*Eriosoma lanigerum*) pasożytowanej przez introdukowanego w latach 30. ubiegłego wieku do Polski ośca korówkowego (*Aphelinus mali*). Redukcja liczebności owocówki jabłkoweczki (*Cydia pomonella*) w stadium jaj wynosi do 90%, głównie przez występowanie pasożytów jaj kruszynek (*Trichogramma sp.*), natomiast śmiertelność larw i poczwerek wynosi do 20%.

Różne gatunki zwójek niszczone są przez pasożyty do ok. 93%, przy czym ponownie bardzo ważną rolę odgrywa kruszynek (*T. cacaecicae*). Znacznie mniejszą rolę odgrywają parazytoidy w ograniczaniu liczebności mszyc: jabłoniowej (*Aphis pomi*) i jabłoniowo-babkowej (*Dysahis plantaginea*) – do 15%. Należy jednak pamiętać, że w przypadku mszyc bardzo duży wpływ na ograniczenie ich liczebności wywierają drapieżcy.

Charakteryzując czynniki zmieniające relacje szkodnik – parazytoid i mające wpływ na liczebność i efektywność wrogów naturalnych Olszak (2010) wymienia m.in.:

- dostępność pokarmu dla dorosłych osobników parazytoidów (nektar, pyłek) co można uzyskać przez tworzenie i utrzymywanie zbiorowisk roślinnych zapewniających dostatek pokarmu, a także będących miejscem przebywania i zimowania gatunków pożytecznych;
- racjonalne stosowanie środków ochrony roślin charakteryzujących się brakiem lub ograniczoną toksycznością dla owadów pożytecznych. Bardzo ważny w wielu przypadkach jest termin wykonania zabiegu, który nie powinien pokrywać się z licznym wystąpieniem owadów pożytecznych (dopisek autora);

- zwiększenie liczebności parazytoidów poprzez ich laboratoryjną hodowlę i następnie uwolnienie w uprawach.

Autor podkreśla też, że ocena działalności parazytoidów w funkcjonowaniu różnych agroekosystemów jest bardzo trudna ze względu na niewystarczającą ciągłą liczbę i zakres badań.

Dla zobrazowania natomiast pozytywnej roli drapieźców Olszak (2005) podaje, że w niektórych objętych obserwacjami sadach liczbę dorosłych biedronek oceniano na ponad 150 tys. na 1 ha. Biorąc pod uwagę liczbę mszyc niszczonej przez pojedynczą biedronkę to przy tej liczbie biedronek mogą one w ciągu doby ograniczyć populację mszyc w sadzie o około 4,5 mln osobników. To imponująca liczba bardzo wyraźnie przemawiająca za znaczeniem owadów pożytecznych w ograniczeniu liczebności szkodników, ale i też za koniecznością praktycznego wykorzystania tej działalności.

Przykładem takiego podejścia do ochrony upraw jest opracowana w Białoruskim Instytucie Ochrony Roślin koncepcja ekologiczno-ekonomicznych racjonalnych progów szkodliwości (EERA) (Samersov 1994, Samersov, Trepaško 1999). Autorzy zaproponowali następujący wzór:

$$EEPR = EPS \times kent \times ket \times kp$$

gdzie:

EEPR – ekologiczno-ekonomiczny racjonalny próg;

EPS – ekonomiczny próg szkodliwości;

kent, ket, kp – współczynniki korekcyjne skuteczności entomofagów, ekologiczno-toksykologicznej oceny pestycydów i warunków pogodowych.

Określając potrzebę wykonania zabiegu chemicznym środkiem ochrony roślin należy uwzględnić nie tylko przyjęty próg szkodliwości, ale także spodziewany efekt działalności wrogów naturalnych (w tym również chorób organizmów szkodliwych), skutki przewidywanego zabiegu dla entomofauny pożytecznej oraz przewidywane warunki pogodowe. Do tego należy dodać stan rośliny uprawnej oraz cechy chronionej odmiany.

Biorąc pod uwagę wszystkie czynniki, część z nich, tj.: odporność odmian, warunki meteorologiczne, uwzględniamy już obecnie. W stosunku do innych, w tym oceny roli entomofauny pożytecznej brak nam jeszcze wystarczających danych i wymagane są dalsze badania.

Samersov (1994) dla doskonalenia i upowszechniania integrowanej ochrony roślin opartej na naukowych podstawach za niezbędne uważa m.in.:

- opracowanie płodozmianów optymalnych dla danych warunków glebowo-klimatycznych zabezpieczających efektywność ekonomiczną i bezpieczeństwo ekologiczne,

- zachowanie możliwości większego wykorzystania metody agrotechnicznej oraz wprowadzenie nowych odmian roślin uprawnych o zwiększonej odporności lub tolerancyjności na organizmy szkodliwe

Dla obliczenia i wprowadzenia do praktyki ekologiczno-ekonomicznych progów szkodliwości przy wykorzystaniu metody analizy systemowej i współczesnej elektronicznej techniki obliczeniowej konieczne jest spełnienie następujących warunków:

- zastosowanie progów ekologiczno-ekonomicznych nie powinno zwiększać kosztów produkcji,
- do kosztów ochrony roślin powinny być włączone koszty przedsięwzięć wyrównujących negatywny wpływ środków ochrony roślin na środowisko naturalne.

To bardzo zasadne uwagi. Nie można oczekiwać od producenta rolnego, aby akceptował nowe technologie, nie widząc w nich własnych korzyści, a nawet zakładając pewne straty. Środowisko naturalne jest dobrem ogólnym i dbałość o nie powinna być obowiązkiem wszystkich mieszkańców ziemi. Dlatego słuszny jest drugi warunek i przypomnieć należy, że dyrektywa 128/2009 zaleca w uzasadnionych przypadkach udzielanie pomocy finansowej przy upowszechnieniu integrowanej ochrony roślin, a opisany wcześniej sukces Związku Radzieckiego we wdrażaniu i upowszechnianiu metody biologicznej w dużej mierze był stymulowany przez dotacje państwowe.

Powracając natomiast do koncepcji ekologiczno-ekonomicznych progów racjonalnej ochrony upraw, (autorzy stosują również określenie „progów celowości stosowania środków ochrony roślin”) jej upowszechnienie wymaga jeszcze wielu badań, tworzenia baz danych i opracowywania programów komputerowych. Jakkolwiek technika komputerowa jest coraz szerzej wykorzystywana również w ochronie roślin, np. systemy wspomagania decyzji czy internetowe platformy sygnalizacji agrofagów, to jednak w przypadku decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznym środkiem ochrony roślin uwzględniającej wszystkie wymienione uwarunkowania, w tym znaczenie organizmów pożytecznych, podstawą nadal w pierwszym rzędzie pozostanie wiedza oraz przygotowanie doradcy i producenta rolnego.

Opracowywane obecnie programy, jakkolwiek przydatne i pomocne w ocenie sytuacji fitosanitarnej na polu, jeżeli nawet ujmują wszystkie wymienione czynniki, to nie są w stanie przewidzieć zachodzących w agrocenozach, a więc środowisku rolniczym zmian i dlatego należy wrócić do wcześniejszego stwierdzenia o podstawowym znaczeniu wiedzy. Ochrona roślin jest tylko jednym z elementów technologii uprawy, ale wymagającym znacznego zaangażowania ze strony rolnika zarówno przez poszerzenie wiedzy, jak i stałą lustrację upraw. Bardzo ważna będzie znajomość oraz umiejętność oznaczania występujących na uprawie owadów pożytecznych, ich stadiów rozwojowych i ocena ich liczebności.

Opisowi gatunków pożytecznych poświęcono wiele opracowań, z których bardzo przydatnym jest wydany przez Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu atlas „Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym” (Tomalak, Sosnowska red. 2008). Zaletą tego opracowania jest uwzględnienie w nim wszystkich grup organizmów pożytecznych, a więc czynników chorobotwórczych nicieni, roztoczy i pająków oraz pasożytów i drapieżców z gromady owadów. Opisom towarzyszą dobrze dobrane kolorowe zdjęcia różnych stadiów pasożytów i drapieżców, a także charakterystyczne dla różnych grup chorób objawy występujące na zainfekowanych szkodnikach.

Dla zobrazowania bogactwa entomofauny pożytecznej występującej w środowisku rolniczym jako przykład zostaną omówione wybrane gatunki wrogów naturalnych mszyc.

2.1.1. Biedronkowate (*Coccinellidae*)

Rodzina w rzędzie chrząszczy o bardzo charakterystycznym wyglądzie, powszechnie znana i ciesząca się olbrzymią sympatią. Należy podkreślić, że sympatia ta jest ugruntowana od wielu wieków i towarzyszy biedronkom wśród mieszkańców wszystkich krajów.

Z punktu widzenia ochrony roślin, biedronki, zarówno dorosłe chrząszcze, jak i larwy (fot. 1) odgrywają znaczącą rolę w ograniczaniu przede wszystkim liczebności mszyc, ale jako drapieżne polifagi atakują również inne szkodliwe gatunki i niszczą ich złoża jajowe.



Fot. 1. Młode larwy biedronki wylęgłe w sąsiedztwie kolonii mszyc – G. Pruszyński.

W naszym kraju występuje około 75 gatunków biedronek z czego tylko jedna owelnica lucerniana (*Subcoccinella vigintiquatuorpunctata*) jest szkodnikiem lucerny, natomiast pozostałe odżywiają się głównie mszycami, a także przędziorkami i innym pokarmem. Ważnym wrogiem naturalnym np. przędziorków jest niewielka biedronka skulik (*Stethorus punctillum*).

Znaczenie biedronek podkreśla fakt ich olbrzymiej żarłoczności i w zależności od gatunku mszyc dorosła biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) (fot. 2) zjada w ciągu doby od 90 do 240 osobników szkodnika, a larwa tej biedronki w okresie rozwoju zjada od 100 do ponad 1900 mszyc (Olszak 1978). Kilka gatunków biedronek jest stosowanych w zwalczaniu mszyc w uprawach szklarniowych i są one dostępne w handlu wraz z innymi entomofagami stosowanymi w szklarniach.



Fot. 2. Biedronka siedmiokropka ogranicza liczebność mszyc – G. Pruszyński.

Najliczniej występują i najczęściej są spotykane biedronka siedmiokropka (*C. septempunctata*), biedronka pięciokropka (*Coccinella quinquepunctata*), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatordecimpunctata*), biedronka baldaszkówka (*Adonia variegata*) oraz związane silniej z krzewami i sadami: biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*) i biedronka dziesięciokropka zwana też parkówką (*Adalia decempunctata*).

W warunkach klimatycznych Polski biedronki zimują w postaci dorosłych chrząszczy w ściółce leśnej, za korą drzew, nieraz w bardzo dużych ilościach, a także w szparach

okiennych. Wiosną samice po wyjściu z zimowania przystępują do składania jaj w złożach przypominających nieco złoża jaj stonki ziemniaczanej. Główny rozwój biedronek ma miejsce w miesiącach maj – lipiec, a następnie chrząszcze przygotowują się do zimowania. W sprzyjających warunkach samice mogą przystąpić do składania jaj, dając początek drugiemu pokoleniu, ale dotyczy to niewielkiej liczby gatunków.

W wykorzystaniu biedronek ważna była ich introdukcja w ślad za zawleczonymi szkodnikami, ale także w celu wzbogacenia miejscowego środowiska. Do Polski sprowadzono m.in. biedronkę *Hippodamia convergens*, samoistnie naleciała na nasze tereny biedronka *Harmonia axyridis*, a także kilkakrotnie sprowadzono do naszego kraju biedronkę *Cryptolaemus montrouzieri* w celu zwalczania wełnowców.

W wykorzystaniu pozytywnej działalności biedronek w uprawach polowych najważniejsza jest ich znajomość pozwalająca na określenie liczebności i zdolności kontrolowania nasilenia mszyc. Z uwagi na brak szczegółowych zaleceń przy jakiej liczebności i przy jakim stosunku drapieżca – ofiara można rezygnować z zabiegu chemicznego z założeniem, że biedronki opanują pojaw mszyc, wymagane są dodatkowe wieloletnie badania.

2.1.2. Bzygowate (*Syrphidae*)

Jest to rodzina w rzędzie Muchówek (Diptera), której przedstawiciele są drapieżcami mszyc, czerwców i miódówek. Owady dorosłe różnej wielkości (do 20 mm długości) przypominają wyglądem osy (fot. 3) i często można je obserwować, kiedy bez ruchu zatrzymują się w powietrzu nad roślinami. Dorosłe bzygowate odżywiają się pyłkiem i nektarem, natomiast formą drapieżną są larwy (fot. 4). Samice składają jaja często w kolonii mszyc, a wylęgłe larwy w kształcie robakowatym przystępują do żerowania. Liczba zjadanych przez larwy mszyc w zależności od gatunku bzyga i mszyc wynosi do 800 sztuk.

Obecności larw bzygowatych towarzyszą smoliste odchody w postaci plam lub pasów. Przed przepoczwarczeniem larwy poszukują na roślinie zacienionych kryjówek, a poczwarka (fot. 5) tworzy się w ostatniej skórcie larwalnej. Skład gatunkowy bzygowatych towarzyszącym różnym uprawom i roślinom został dobrze opracowany przez kilku autorów (Wnuk 1978). Larwy bzygowatych, oprócz mszyc, mogą atakować inne drobne owady (miódówki, wciornastki, niewielkie gąsienice) i występują zarówno w uprawach polowych, jak i sadach oraz w uprawach warzywnych. Niektóre gatunki bzygowatych są hodowane i wypuszczane w celu wzbogacenia oporu środowiska. Natomiast, dla zwiększenia ich liczebności w agrocenozach wskazane jest pozostawienie miejsc z dziką roślinnością lub celowy wysiew roślin kwitnących i miódodajnych, co zapewnia pokarm i schronienie dla dorosłych bzygowatych.



Fot. 3. Bzyg pospolity (*Syrphus ribesii* L.) – G. Pruszyński.



Fot. 4. Larwa bzyga (*Syrphidae*) – G. Pruszyński.



Fot. 5. Poczwarki bzygów – G. Pruszyński.



Fot. 6. Larwy pryszczarka mszycojada – G. Pruszyński.

2.1.3. Pryszczarkowate (*Cecidomyidae*)

Gatunki tej rodziny znane są przede wszystkim jako groźne szkodniki roślin uprawnych, ale należą również do niej gatunki drapieżne, a wśród nich pryszczarek mszycojad (*Aphidoletes aphidimyza*). Drapieżne są larwy (fot. 6), które licznie można obserwować w koloniach mszyc. Są niewielkie o rozmiarach 2-3 mm i charakteryzują się czerwonym zabarwieniem, które jednak w zależności od spożywanego pokarmu może się zmieniać od żółtej aż do brązowej. Niezależnie od naturalnego występowania gatunku, ten jest hodowany i sprzedawany w stadium poczwarek w celu biologicznego zwalczania mszyc w uprawach szklarniowych.

2.1.4. Złotookowate (*Chrysopidae*)

Powszechnie występujące owady o charakterystycznym wyglądzie z parą błyszczących mieniących się metalicznie oczu (fot. 7). Ubarwienie zielone na okres zimy zmienia się na brązowe. Złotooki często zimują na strychach domów i zabudowań gospodarskich. Wiosną na roślinach oponowanych przez mszyce samice złotooków składają jaja na charakterystycznych stylikach (fot. 8). Formą drapieżną są larwy, które obok mszyc mogą atakować inne szkodniki, natomiast dorosłe owady odżywiają się nektarem i pyłkiem kwiatowym. Podobnie jak w odniesieniu do bzygowatych, ważne znaczenie dla utrzymania wysokiej liczebności złotooków jest tworzenie i utrzymanie enklaw roślinności dzikiej i roślin miododajnych. Z innych grup systematycznych efektywnymi drapieżcami mszyc są m.in. pluskwiaki (*Heteroptera*), a także pająki i ważki.

2.1.5. Owady pasożytnicze

Drugą bardzo ważną grupą wrogów naturalnych mszyc stanowią owady pasożytnicze. Pasożytnictwo różni się od drapieżnictwa przede wszystkim tym, że drapieżca zabija swoją ofiarę, a dla pełnego rozwoju wymaga dużej liczby ofiar, natomiast pasożyt nie zawsze doprowadza do śmierci ofiary i często cały jego rozwój przebiega w jednym żywicielu. Drapieżcy są też najczęściej polifagami, to znaczy atakują wiele gatunków żywicieli, natomiast pasożyty są zwykle monofagami czyli związane są z jednym gatunkiem żywiciela. Jest to pewne uogólnienie, ale ma wpływ na praktyczne wykorzystanie obu grup owadów pożytecznych. Gatunki pasożytnicze mszyc należą głównie do rzędu błonkówek (*Hymenoptera*), rodzin mszycowatych (*Aphididae*) i oścowatych (*Aphelinidae*).

Dorosłe błonkówki składają jaja do ciał mszyc, w których przebiega całkowity rozwój pasożyta. W czasie przepoczwarczania pasożyta następuje charakterystyczne rozdęcie i stwardnienie ciała mszycy w wyniku czego tworzy się tzw. „mumia” (fot. 9). Obecność „mumii” jest łatwo zauważalna w kolonii mszyc i pozwala na ocenę liczebności pasożyta. Z rodziny mszycowatych wywodzi się wiele gatunków pasożytów atakujących ok. 40 gatunków mszyc.



Fot. 7. Złotook na liściu kukurydzy – G. Pruszyński.



Fot. 8. Jaja złotooka na styliku – G. Pruszyński.



Fot. 9. Mumie – spasożytowane mszyce – *G. Pruszyński*.

Do rodziny oścowatych należy m.in. introdukowany do Polski pasożyt mszycy bawełnicy korówki – osiec korówkowy. Gatunek ten występuje obecnie na terenie całego kraju i jest głównym czynnikiem ograniczającym rozwój tego groźnego szkodnika sadów. Z obydwu tych rodzin pochodzą gatunki pasożytów hodowane w celu ich wykorzystania w biologicznym zwalczaniu mszyc w uprawach szklarniowych. Należy podkreślić, że obecnie funkcjonują firmy rozmnażające i sprzedające gatunki drapieżne i pasożytnicze przeznaczone do biologicznego zwalczania szkodników upraw szklarniowych i jest to metoda powszechnie przyjęta w uprawach pod osłonami.

Ten bardzo krótki przegląd wrogów naturalnych mszyc wyraźnie wskazuje jak olbrzymia jest liczba drapieżców i pasożytów atakujących, i odżywiających się tymi szkodnikami oraz jak ważną pełnią one funkcję w ograniczaniu liczebności mszyc. Również w odniesieniu do pozostałych gatunków szkodników, działalność entomofauny pożytecznej jest bardzo ważnym elementem w niedopuszczeniu do powstawania szkód w plonie roślin uprawnych i zrozumiałym jest bardzo wyraźne zalecenie wykorzystania ich w integrowanej ochronie roślin.

Przeprowadzone dotychczas badania wykazują, że w wyniku działalności wrogów naturalnych oraz czynników klimatycznych ginie do nawet ponad 90% populacji gatunków szkodliwych. Ta wysoka redukcja nie zawsze jest jednak wystarczająca, ponieważ często ma miejsce w okresie zimowania i mniej wpływa na liczebność szkodnika w okresie jego największej szkodliwości.

Jeśli nawet brak jest obecnie w odniesieniu do wielu gatunków szczegółowych informacji przy jakim nasileniu owadów można odstąpić od jego zwalczania, to jednak obowiązkiem rolnika powinno być śledzenie obecności wrogów naturalnych oraz stwarzanie im lepszych warunków do rozwoju i przebywania. Warto nauczyć się rozpoznawać owady pożyteczne, a następnie zapewnić ich wysoką liczebność.

Zapewnienie wyższej liczebności owadów pożytecznych, w tym również zapylaczy można uzyskać, pozostawiając śródpolne czy graniczące z polami uprawnymi zakrzewienia, zadrzewienia oraz oczka wodne. Bardzo pozytywny wpływ na występowanie entomofauny pożytecznej ma wysiew roślin miododajnych (np. facelia) lub zespołu roślin kwitnących.

Ostatni ważny warunek to dobór środków ochrony roślin do zabiegu i decydowanie się na te, które wykazują selektywność w stosunku do owadów pożytecznych. Przestrzeganie powyższych zasad to mniejsza liczebność organizmów szkodliwych, a tym samym możliwość ograniczenia zabiegów chemicznych.

Przy obecnym stanie wiedzy w celu maksymalnego wykorzystania pożytecznej działalności wrogów naturalnych szkodników należy przede wszystkim:

- poznać ich skład gatunkowy, stadia rozwoju i prawidłowo ocenić ich liczebność,
- w przypadku pojawu szkodników zabiegi stosować przed nalotem ich wrogów naturalnych, regułą jest, że pojaw wrogów naturalnych ma miejsce po nalocie szkodników,
- odstąpić od zabiegu, jeżeli nie wykonano wcześniejszego zabiegu chemicznego, a pojaw entomofagów jest liczny,
- w zabiegach wykonywanych w obecności entomofagów stosować środki w najmniejszym stopniu im zagrażające – selektywne,
- stwarzać warunki, użytki ekologiczne, w których wrogowie naturalni mogą znaleźć pokarm i miejsce przebywania.

Należy oczekiwać, że rezultaty prowadzonych badań pozwolą na lepszą ocenę możliwości wykorzystania pożytecznej roli wrogów naturalnych szkodników, jednakże trzeba pamiętać, że zachodzące w agrocenozach procesy są bardzo złożone i podlegają wielu uwarunkowaniom.

2.2. Zapylacze i ich ochrona

Spośród wszystkich gatunków roślin występujących na ziemi, około 78% jest owadopylna, w tym wiele roślin uprawnych, z których w Polsce występuje około 60 gatunków (Banaszak 1987; Pruszyński G. 2007). Owadopylne rośliny uprawne można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to gatunki, dla których obecność zapylaczy jest

bardzo korzystna, chociaż w pewnym stopniu są one samopylne. Do tej grupy należą między innymi: gorczyca, groch siewny, len, łubin żółty, mak, peluszką, rzepak, rzepik, seradela, soja czy wyka ozima. Natomiast, drugą grupę tworzą gatunki roślin, których plon jest wyłącznie lub prawie wyłącznie uzależniony od zapylaczy. Do tej grupy należą: gryka, lucerna, koniczyna, owoce jagodowe, sady, słonecznik, warzywa w uprawie na nasiona i inne (Banaszak 1987).

Wśród roślin owadopylnych można wymienić około 140 gatunków roślin ogrodowych, w tym 15 gatunków drzew owocowych i krzewów, około 60 gatunków warzyw i ponad 60 gatunków uprawnych roślin leczniczych. Ponadto, zapylenia przez pszczoły wymagają rośliny ozdobne: 50 gatunków drzew, 90 gatunków krzewów i ponad 120 gatunków innych roślin ozdobnych (Skubida 2007).

Na podstawie przeglądu literatury dokonanego przez Banaszaka (1987) zapewnienie pełnego zapylania przez pszczoły powoduje wzrost plonu, w porównaniu z plonem przeciętnym, w następującej wysokości: roślin sadowniczo-jagodowych o 30-60%, koniczyny czerwonej o 50-80%, lucerny o 65%, esparcety o 60%, ogórków o 75-90%, gorzcycy o 60%, słonecznika i rzepaku do 30%, lnu oraz dyniowatych o 20-25%.

Prawidłowe zapylenie wpływa korzystnie także na jakość uzyskanego plonu. Najlepszym przykładem są truskawki i maliny. W przypadku tych roślin plon uzyskany bez dostępu zapylaczy jest plonem przemysłowym i nie spełnia wymogów plonu handlowego, deserowego. W polskim rolnictwie i ogrodnictwie plon wszystkich upraw roślin oleistych, pastewnych, owoców i warzyw, a także roślin strączkowych zależy całkowicie lub w dużym stopniu od owadów zapylających. Zapylanie roślin przez owady wpływa korzystnie, nie tylko na cechy ilościowe, lecz również jakościowe plonu. Nawet najlepsze zabiegi agrotechniczne i ochrona chemiczna nie przyniosą oczekiwanych rezultatów, jeżeli rośliny będą odizolowane od dostępu owadów zapylających (Banaszak 1987; Palicka 2002).

W produkcji roślinnej, do zapylania upraw, obok pszczoły miodnej (fot. 10) wykorzystywane są również inne gatunki pszczół. Najczęściej są to trzmiele (*Bombus spp.*) (fot. 11), stosowane głównie w uprawach pod osłonami, ale i polowych, murarka ogrodowa (*Osmia rufa L.*) w sadach (fot. 12), warzywach uprawianych na nasiona oraz uprawach polowych, a także pszczoły monolektyczne, takie jak miesierka lucernówka (*Megahile rotundata Fabr.*) wykorzystywane do zapylania nasiennych plantacji lucerny. Obok hodowanych i stosowanych do zapylania pszczół, olbrzymie znaczenie mają dziko żyjące gatunki naturalnie zamieszkujące dany rejon, gdyż często to one decydują o poziomie zapylenia zarówno roślin uprawnych, jak i dziko rosnących. Na przykład w uprawie rzepaku ozimego w Polsce występuje ponad 100 gatunków pszczół, wśród których ponad 50% stanowią przedstawiciele rodziny Pszczolinkowatych (Banaszak 1982, Kelm i wsp. 2003).



Fot. 10. Pszczoła miodna na rzepaku – G. Pruszyński.



Fot. 11. Trzmiel ziemny (*Bombus terrestris*) – G. Pruszyński.



Fot. 12. Murarka ogrodowa (*Osmia rufa*) – T. Klejdysz.

W zapyłaniu kwiatów uczestniczy duża liczba owadów (motyle, bzygowate i inne), ale pszczoły to jedyne owady na świecie, których pokarm stanowi wyłącznie pyłek i nektar kwiatowy. W odróżnieniu od wielu pozostałych gatunków owadów, pokarmem zarówno imago, jak i larw pszczół jest pyłek i nektar produkowany przez kwiaty (Banaszak 1987, 1993).

2.2.1. Pszczoły (*Apoidea*) i ich różnorodność gatunkowa

Na podstawie pracy Michener'a (1944) większość autorów klasyfikuje pszczoły jako nadrodzinę *Apoidea*. Szczegółowy podział wszystkich gatunków pszczół przeszedł wiele zmian. Obecnie systematyka rodziny *Apoidea* nie jest spójna i w zależności od autora występują pewne różnice. W ostatnich latach dotyczą one ilości rodzin, których liczba waha się od 8-12, a także różnic w klasyfikacji rodzajów i podrodzajów (Banaszak 1987, 1993, Michener 2007). Gatunki pszczół występujące w Polsce są najczęściej klasyfikowane przez entomologów do siedmiu, a w ostatnich latach do sześciu rodzin.

Na świecie występuje około 20000 lub nawet 25000-30000 gatunków pszczół (Banaszak 1993, Michener 2007). Zdecydowana większość to pszczoły preferujące ciepłe i suche, a wręcz półpustynne rejony świata (Celary 2007).

Pszczoły występują we wszystkich krainach geograficznych. Wielkość ich ciała waha się w przedziale od 1,6 do około 40 mm. Ubarwienie zwykle jest czarne lub bru-

natne, jednak występuje także czerwone, niebieskie lub zielone, nieraz metalicznie błyszczące. Ponadto pszczoły są często pokryte jaskrawym ornamentem barwy żółtej, białej lub czerwonej. Większość gatunków posiada bogato owłosione ciało, choć występują także nieliczne gatunki niemal bez owłosienia. Cechą taksonomiczną są pierzaste rozgałęzienia, przynajmniej części pokrywających ciało włosków. Mogą one występować na całej powierzchni lub tworzyć różnego rodzaju przepaski bądź łątki (Celary 2007). Ponad 90% wszystkich gatunków pszczół buduje i zaopatruje w pokarm swoje gniazda, a tylko 5%, określanymi mianem pszczół pasożytniczych, podrzuca jaja do gniazd innych gatunków (Banaszak 1987, 1993; Michener 2007).

Oprócz podziału systematycznego występują inne oparte np. na zakresie i różnorodności gatunkowej odwiedzanych kwiatów. Według tej klasyfikacji pszczoły zostały podzielone na trzy grupy. Pierwsza to gatunki monolektyczne, niewielka grupa przystosowana do pobierania pokarmu zazwyczaj z jednego gatunku rośliny. Z tak wąską specjalizacją jest związane znaczne zagrożenie, ponieważ wraz z ograniczeniem występowania danego gatunku rośliny następuje spadek liczebności danego gatunku pszczoły. Druga to pszczoły oligolektyczne. Należą tu gatunki odwiedzające rośliny z określonej grupy. Natomiast trzecią grupę tworzą gatunki polielektyczne, które oblatują kwiaty wielu gatunków roślin, niekiedy należących do odległych grup systematycznych.

W Polsce występuje ponad 450 gatunków pszczół (Banaszak 1987, Pruszyński G. 2008). Na przestrzeni lat oraz zależnie od autora, ilość podawanych gatunków była różna i waha się od 454 (Banaszak 1987) do 468 (Pawlikowski, Celary 2006).

2.2.2. Znaczenie gospodarcze

Powiązanie życia i gospodarki człowieka z pszczołą miodną na przestrzeni tysięcy lat sprawia, że w opinii społecznej znaczenie pszczół jest szeroko znane i kojarzone z produktami otrzymywanymi od pszczoły miodnej, a więc miodem, woskiem, pyłkiem, propolisem, mleczkiem pszczelim, a niekiedy jadem stosowanym w apitoksynoterapii. Taki stan rzeczy jest uzasadniony, gdyż zanim zaczęto produkować cukier, w Polsce jeszcze na początku XIX wieku, miód był jedyną substancją słodzącą napoje, potrawy oraz służącą do wyrobu słodczy. Wosk natomiast był używany do produkcji świec, a więc do oświetlania domostw jeszcze przed wynalezieniem elektryczności.

Pszczoła miodna oraz dziko żyjące gatunki pszczół, zatem najważniejsi zapyłacze, pełnią różne funkcje, zarówno w środowisku naturalnym, rolnictwie, jak i w wielu gałęziach przemysłu, a więc gospodarce człowieka. Jednak najcenniejszym dobrem, jakie pszczoły przekazują całemu ożywionemu światu na naszym globie jest ich udział w zapyłaniu roślin.

Wśród owadów tylko pszczoły w toku ewolucji przystosowały się, a w zasadzie uzależniły, od pokarmu kwiatowego, a więc nektaru i pyłku, które są wyłącznym pokarmem, zarówno form imaginalnych, jak i larw. Z drugiej strony rośliny entomofilne uzależniły możliwość wytworzenia nasion i owoców, a więc rozmnażania, od zapylaczy. Współpraca i współzależność między tymi organizmami jest tak dalece rozwinięta, że jedna grupa nie może istnieć bez drugiej. Pszczoły dostają od roślin pokarm umożliwiający przeżycie gatunku, a rośliny od pszczół otrzymują zapylenie krzyżowe, czyli możliwość wydania nasion i rozwój kolejnych pokoleń. Obie grupy organizmów wykształciły niejednokrotnie złożone systemy atrakcyjności i przyciągania grupy przeciwnej.

Na podstawie przedstawionych danych dotyczących znaczenia pszczoły miodnej i innych dziko żyjących pszczół można stwierdzić, że to właśnie zapylenie, a nie produkty uzyskiwane od pszczoły miodnej mają największe znaczenie dla gospodarki człowieka i różnorodności biologicznej środowiska. W przeliczeniu na efekt ekonomiczny wartość zapylenia jest w opinii Boczka (1990) 100 razy większa od wartości produktów pozyskiwanych od pszczoły miodnej.

2.2.3. Zapylacze a ochrona roślin

Stosowanie w ochronie roślin chemicznych insektycydów od początku stanowiło zagrożenie dla owadów pożytecznych, a w tej liczbie zapylaczy zagrożenie to znacznie wzrosło wraz z podjęciem produkcji syntetycznych insektycydów (DDT i inne), które często charakteryzowały się wysoką toksycznością dla owadów i szerokim spektrum działania. Masowe stosowanie tych środków ochrony roślin było często przyczyną poważnego zagrożenia dla pszczół i innych zapylaczy, a w konsekwencji ich zatruc.

Szybki wzrost chemizacji rolnictwa w okresie po II wojnie światowej doprowadził do równie gwałtownego wzrostu zagrożenia dla pszczół i stał się przyczyną liczniej występujących zatruc tych owadów. Konsekwencją tego stanu był rozwój badań nad toksycznością środków ochrony roślin i ich oddziaływaniem na pszczoły oraz nad bezpieczeństwem pszczół w trakcie zabiegów ochrony roślin.

Wraz z rozwojem badań i wiedzy na temat toksyczności środków ochrony roślin następowało również wprowadzanie aktów prawnych mające na celu ograniczenie zagrożenia pszczół (Bartoszewicz i Wągrowaska 1975, Pruszyński, Pruszyński 2007).

Potwierdzeniem zagrożenia dla pszczół, wynikającego ze stosowania chemicznych środków ochrony roślin jest liczba zatruc notowanych wśród pszczoły miodnej. Pierwsze zatrucia pszczół chemicznymi środkami ochrony roślin obserwowano już 100 lat temu. Był to okres wprowadzenia do praktyki zieleni paryskiej oraz innych związków arsenowych. W latach 1968-1977 w województwie lubelskim liczba potwierdzonych przypadków zatruc pszczół wzrosła z 6 w 1968 roku do 85 w 1977

roku. W skali całego kraju, w pierwszej połowie lat 70. notowano wzrost zatruc pszczoł, i tak w roku 1972 zanotowano 300 zatrutych rodzin pszczelich, w roku 1973 – 1064, a rok później – 2319 uli. Natomiast w roku 1975 odnotowano spadek, a łączna liczba zatrutych pni w kraju wyniosła 1582. To właśnie w latach 70. ubiegłego stulecia miały miejsce najliczniejsze zatrucia, a stopień wytruć rodzin pszczelich wynosił od 50 do 70% w skali kraju. Był to okres stosowania insektycydów m.in. z grupy fosforoorganicznych, wśród których stosowano takie substancje czynne jak parathion lub grupy węglowodorów chlorowcopochodnych zawierających np. HCH i DDT (Pidek 1999, Zniszczyński 1980, Gromisz 1980, 1990, Pruszyński 2007).

Środki ochrony roślin stosowano wówczas na szeroką skalę, a sami plantatorzy czy wykonawcy zabiegów nie mieli odpowiedniego przygotowania z zakresu ochrony pszczoł. Już w tym okresie, zarówno krajowe (Rozporządzenie 1959) jak i lokalne (Zarządzenie 1967) przepisy prawne wyraźnie wymagały ochrony pszczoł w trakcie wykonywania zabiegów ochrony roślin, jednak ich upowszechnienie następowało powoli. Powodem zatruc mógł być również znacznie niższy niż obecny poziom techniki ochrony roślin.

W latach 80. odnotowano ograniczenie liczby zatruc, chociaż nadal procent zatrutych pni wahał się w granicach od 30 do 50%. W kolejnych latach następowała dalsza poprawa i w latach 90. notowano od 5 do 20% zatruc wśród rodzi pszczelich rocznie. Obecnie szacunkowe dane wskazują na około 1% zatrutych pni pszczelich rocznie w naszym kraju.

Jakkolwiek ograniczenie liczby zatruc do około 1% rocznie jest olbrzymim postępem w porównaniu do lat wcześniejszych, to jednak należy pamiętać, że konsekwencją tych zatruc są poważne straty materialne i środowiskowe. Dlatego też należy bezwzględnie dążyć do dalszego ograniczenia aż do zupełnego wyeliminowania zagrożenia dla pszczoł i innych zapylaczy w czasie zabiegów chemicznymi środkami ochrony roślin.

Rozważając natomiast przyczyny udanego ograniczenia zagrożenia dla pszczoł w czasie stosowania zabiegów ochroniarskich, to należy wymienić zmiany w asortymencie stosowanych środków ochrony roślin (wycofanie substancji czynnych o wysokiej toksyczności dla pszczoł i zastąpienie ich substancjami nie stanowiącymi takiego zagrożenia), poprawę techniki ochrony roślin (zapobieganie znoszeniu cieczy użytkowej, precyzyjne wydatkowanie cieczy), ustalenie i wykonywanie testów określających toksyczność substancji czynnych dla pszczoł i innych owadów pożytecznych oraz i zamieszczenie w etykiecie środka wymaganych informacji, a także podniesienie poziomu przygotowania zawodowego wykonawców zabiegów.

Środki ochrony roślin charakteryzują się toksycznością żołądkową, kontaktową oraz fumigacyjną dla pszczoł. Toksyczność żołądkowa, a więc zatrucia pokarmowe

występują, gdy pszczoła pobierze skażony pyłek, nektar, spadź czy wodę. Ten rodzaj zatrucia jest szczególnie niebezpieczny w okresie suszy oraz gdy pszczoły przynoszą skażony pokarm do ula, co przyczynia się do zatrucia całej rodziny jak również miodu. Toksyczność kontaktowa jest najpowszechniejszą przyczyną zatruc pszczoł w warunkach polowych. Natomiast, toksyczność fumigacyjna, czyli zatrucia poprzez układ oddechowy są najrzadsze. Przeważnie poszczególne środki wykazują jednocześnie więcej niż jeden rodzaj toksyczności.

Środki ochrony roślin klasyfikuje się ze względu na zagrożenie stwarzane dla pszczoł na podstawie oceny poziomu ryzyka wykonanego zgodnie z wytyczną Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin.

Środek ochrony roślin klasyfikuje się jako:

- bardzo toksyczny dla pszczoł w przypadku wysokiego ryzyka,
- toksyczny dla pszczoł w przypadku średniego ryzyka.

Środka ochrony roślin nie klasyfikuje się pod względem toksyczności dla pszczoł w przypadku niskiego ryzyka. Środków ochrony roślin ze względu na zagrożenie stwarzane dla pszczoł nie klasyfikuje się, gdy narażenie pszczoł na kontakt ze środkiem ochrony roślin jest wykluczone, tj. w przypadku:

- zaprawiania materiału siewnego i stosowania środków dogłębowo, z wyjątkiem środków o działaniu systemicznym,
- stosowania w pomieszczeniach zamkniętych,
- stosowania pod osłonami, jeżeli nie są w nich wykorzystywane owady zapylające rośliny,
- stosowania jako przynęty gryzoniobójcze,
- środków stosowanych dla zabezpieczenia i leczenia ran drzew.

Należy zwrócić uwagę na łączne stosowanie agrochemikaliów i polecać jedynie mieszaniny przebadane i zalecane. Należy pamiętać, że po połączeniu toksyczność substancji czynnych może się różnić od toksyczności tych substancji stosowanych samodzielnie (Pruszyński 2014).

Przyczyny zatruc pszczoł w Polsce wynikają głównie z błędów wykonawców zabiegów, z których do najpoważniejszych należą:

- nieprzestrzeganie zapisów etykiety stosowania,
- nieprawidłowy dobór środków ochrony roślin i dawek,
- nieprawidłowy dobór terminu zabiegu chemicznej ochrony,
- nieprawidłowa technika zabiegu,
- stosowanie niedozwolonych na danej uprawie środków ochrony roślin,
- brak przygotowania wykonawców zabiegów,
- stosowanie niezalecanych mieszanin środków ochrony roślin.

Mając na uwadze uniknięcie i niedopuszczenie do zatrucia pszczół należy przestrzegać poniższe zasady.

- Zabiegi wykonywać tylko w przypadkach przekroczenia przez organizmy szkodliwe progów ekonomicznej szkodliwości i, o ile to możliwe, ograniczać zabiegi do pasów brzeżnych lub miejsc wystąpienia organizmów szkodliwych.
- Zabiegi opryskiwania wykonywać sprzętem sprawnym technicznie z aktualnym świadectwem przeglądu technicznego oraz z zastosowaniem dysz zalecanych przy stosowaniu danego środka.
- Bezwzględnie przestrzegać zapisy zawarte w etykiecie środka ochrony roślin.
- Tam, gdzie są dostępne wyniki badań naukowych stosować dawki obniżone oraz dawki dzielone w celu ograniczenia chemizacji rolnictwa.
- Do wykonania zabiegów w miejscach, gdzie pszczoły mogą mieć pożytek, dobierać środki selektywne, nietoksyczne dla pszczół, dopuszczone do takiego zastosowania.
- Zabiegi wykonywać wieczorem, po zakończeniu oblotu uprawy przez pszczoły.
- W przypadku kwitnienia chwastów już od wczesnej wiosny (np. gwiazdnica pospolita) stanowiących pożytek dla pszczół, wykonywane zabiegi ochrony roślin należy traktować tak, jak zabiegi w czasie kwitnienia uprawy.
- Nie opryskiwać roślin pokrytych spadzią.
- Nie wykonywać zabiegów środkami bardzo toksycznymi i toksycznymi dla pszczół na uprawach, których kwitnienie może mieć miejsce przed zakończeniem okresu prewencji.
- Zapobiegać znoszeniu cieczy użytkowej, szczególnie na sąsiednie, kwitnące uprawy, a także miejsca, gdzie zapylacze mogą mieć pożytek, nie wykonywać zabiegów przy zbyt silnym wietrze.
- Informować pszczelarzy o planowanych zabiegach ochrony roślin.
- Nie zanieczyszczać wód, takich jak: rowy melioracyjne, zbiorniki śródpolne i inne środkami ochrony roślin, ponieważ mogą one stanowić źródło wody dla zapylaczy.
- Przestrzegać przepisy prawne.

Jako generalną należy też przyjąć zasadę przestrzegania zaleceń Dobrej Praktyki Rolniczej i Dobrej Praktyki Ochrony Roślin.

2.2.4. Aktualne uwarunkowania

Wprowadzenie od 1 stycznia 2014 r. we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej obowiązku prowadzenia ochrony wszystkich upraw zgodnie z zasadami

integrowanej ochrony roślin w znacznym stopniu wpłynęło na ochronę środowiska rolniczego, a tym samym zapylaczy.

W podanych w Załączniku III do dyrektywy 128/2009, a także rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. ogólnych wymaganiach integrowanej ochrony roślin czytamy, że integrowana ochrona roślin obejmuje „ochronę organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich wystąpieniu, w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych” (wyciąg z rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi).

Ten silny nacisk na potrzebę ograniczenia ewentualnych skutków stosowania chemicznych środków ochrony roślin jest charakterystyczny dla działań Unii Europejskiej i już w preambule dyrektywy 91/414 czytamy: „Ochrona zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska ma pierwszeństwo przed poprawą produkcji rolniczej”.

Również w polskich aktach prawnych znajdujemy wiele zapisów gwarantujących ograniczenie do minimum, aż do zupełnego wyeliminowania ubocznych skutków stosowania chemicznych środków ochrony roślin: dopuszczenie do obrotu i stosowania środków, które przy prawidłowym stosowaniu nie stanowią zagrożenia dla ludzi, zwierząt i środowiska, obowiązek przeglądu technicznego opryskiwaczy, obowiązek ukończenia szkoleń przez wykonawców zabiegów ochrony roślin oraz nadzór nad prawidłowością stosowania środków ochrony roślin ze strony pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

Tak więc od strony przepisów prawnych bezpieczeństwo zapylaczy jest w bardzo dużym stopniu zapewnione. Nie mniej należy się liczyć z możliwością nowych zjawisk czy zmian w asortymencie stosowanych środków ochrony roślin, które mogą wymagać podjęcia dodatkowych i nowych działań.

W roku 2006 w USA opisano zjawisko masowych upadków rodzin pszczelich (ang. Colony collapse disorder – CCD) objawiające się opustoszeniem ula najczęściej w okresie od jesieni do wiosny. W tym samym i późniejszym okresie również w wielu innych krajach na świecie obserwowano liczne przypadki upadków rodzin pszczelich, jednakże generalnie nie potwierdzono związku tych przypadków z oddziaływaniem zabiegów środkami ochrony roślin. Zjawisko to nie zostało do końca wyjaśnione, natomiast wykonane na całym świecie, w tym i w Polsce badania wykazały bardzo znaczny wzrost zagrożenia rodzin pszczelich przez choroby i pasożyty (Pruszyński 2014).

Ważnym problemem wymagającym wyjaśnienia jest zagrożenie zapylaczy ze strony środków ochrony roślin zawierających substancje czynne z grupy neonikotynoidów. Do grupy tej należą substancje czynne o różnym składzie chemicznym i o różnej toksyczności dla pszczół. Substancje stanowiące zagrożenie dla pszczół

i innych zapylaczy są zalecane w postaci zapraw lub w zabiegach wykluczających kontakt z pszczołą miodną. Przyjęcie oceny tych substancji na podstawie ich teoretycznego zagrożenia, a nie realnego zagrożenia doprowadziło do niekorzystnego ze środowiskowego i ekonomicznego punktu widzenia wycofania ich z zaprawiania niektórych gatunków roślin uprawnych.

Mające obecnie miejsce zatrucia pszczoły miodnej i innych zapylaczy wynikają przede wszystkim z nieprzestrzegania lub przekraczania przepisów zabiegów ochroniarskich i chociaż ich liczba jest ograniczona, to negatywnie wpływają na opinię społeczeństwa o producentach rolnych i ogrodniczych, i o ochronie roślin.

Tak, jak i we wdrażaniu integrowanej ochrony roślin to wiedza, przygotowanie zawodowe i odpowiedzialność wykonawców zabiegów decydować będą o eliminowaniu zagrożenia, jakie dla zapylaczy może stanowić ochrona roślin.

2.3. Ochrona entomofauny pożytecznej i tworzenie warunków do zwiększania jej liczebności

Zarówno w zacytowanym wcześniej rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi określającym wymagania integrowanej ochrony roślin, jak i w Załączniku III dyrektywy 2009/128/WE również dotyczącym wymagań integrowanej ochrony roślin czytamy, 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. Uproszczeniem byłoby jednak ograniczenie uzasadnienia ochrony entomofauny pożytecznej tylko do zacytowanego wyżej zapisu. Pod uwagę należy wziąć intencje, jakie przyświecały twórcom rozporządzenia nr 1107/2009 i dyrektywy 2009/128/WE, a dotyczących ochrony środowiska naturalnego oraz ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

Celem rozporządzenia 1107/2009 *„jest zapewnienie wysokiego poziomu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska ...”* (art. I ust. 3), natomiast w rozdziale I, art. I dyrektywy 2009/128/WE czytamy: *„Niniejsza Dyrektywa ustala ramy dla osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów poprzez zmniejszenie zagrożenia związanego ze stosowaniem pestycydów i wpływu ich stosowania na zdrowie ludzi i na środowisko”*.

Natomiast w art. 3 ust. 6 dyrektywy czytamy *„Integrowana ochrona roślin kładzie nacisk na uzyskanie zdrowych plonów przy minimalnych zakłóceniach funkcjonowania ekosystemu rolniczego i zachęca do stosowania naturalnych sposobów zwalczania szkodników”*.

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. Inne działania są w wielu przypadkach zbieżne z wymienionymi w omówieniu ochrony zapylaczy przed zatruciami i jedynie należy w racjonalny sposób je zmodyfikować.

Drugim bardzo ważnym elementem w wykorzystaniu działalności pożytecznej entomofauny jest tworzenie warunków sprzyjających jej rozwojowi i występowaniu. Omawiając to zagadnienie należy nieco miejsca poświęcić idei zrównoważonego rozwoju, bioróżnorodności i relacji pomiędzy działalnością rolniczą a zachowaniem bioróżnorodności. Są to pojęcia w słownictwie fachowym względnie nowe i np. w Encyklopedii Popularnej PWN wydanej w 1993 r. brak jest haseł „bioróżnorodność” czy „zrównoważony rozwój”, chociaż w haśle „Ochrona środowiska” zawartych jest wiele treści mieszczących się obecnie w definicjach tych dwu pojęć. Natomiast prawdą jest, że obydwa te hasła i zawarte w nich treści są obecnie podstawą działań w światowej ochronie środowiska naturalnego.

Bardzo ważną decyzją było powołanie w roku 1983 przez Organizację Narodów Zjednoczonych Światowej Komisji Środowiska i Rozwoju. W raporcie tej Komisji zatytułowanym „Nasza Wspólna Przyszłość” po raz pierwszy wskazano na ekorozwój (ang. sustainable development) jako na drogę zaspokajania aspiracji i harmonijnego rozwoju społeczeństw bez ograniczenia szans następnym pokoleń na zaspokojenie ich potrzeb w przyszłości. Stwierdzenie to należy uznać jako podstawę dla koncepcji zrównoważonego rozwoju rozszerzonego z czasem na wszystkie obszary działalności człowieka, a w tym na rolnictwo i ochronę roślin. W ochronie roślin podstawowym, obowiązującym dokumentem jest opracowana w UE Strategia Tematyczna Zrównoważonego Stosowania Pestycydów (Pruszyński 2011, Pruszyński i Pruszyński 2013), która jest ukierunkowana m.in. na:

- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń, wynikających ze stosowania pestycydów;
- poprawienie kontroli i dystrybucji pestycydów;
- zmniejszenie poziomów szkodliwych substancji czynnych, łącznie z zastąpieniem najgroźniejszych przez bezpieczniejsze, włącznie z alternatywnymi nie chemicznymi;
- zachęcanie do stosowania niskich dawek lub upraw wolnych od pestycydów, m.in. przez pobudzenie świadomości użytkowników, promowanie kodeksów dobrych praktyk i rozważenie zastosowania instrumentów finansowych.

Lata 2005-2014 ustanowione były jako Dekada Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju. W wydanej w związku z tą dekadą publikacji napisano: *„To wyzwanie dla każdego z nas dla instytucji i całych społeczeństw by na życie patrzeć z perspektywy jutra jako dnia, który będzie należał do nas wszystkich, albo w ogóle nie będzie należał”* (Zbierska 2007).

Natomiast, w roku 1992 w wyniku obrad odbytej w Rio de Janeiro Konferencji NZ Środowisko i Rozwój znanej jako „Szczyt Ziemi” przyjęto konwencję NZ o ochronie różnorodności biologicznej. Polska jako kraj podpisała ten dokument w czerwcu 1992 r. w Rio de Janeiro, a następnie rektyfikowała go w 1996 r., przyjmując na siebie wynikające z tego dokumentu zobowiązania.

Różnorodność biologiczna (ang. biodiversity) oznacza zróżnicowanie życia na wszystkich poziomach jego organizacji. Różnorodność biologiczna to zróżnicowanie wszelkich żywych organizmów występujących na ziemi w ekosystemach lądowych, morskich i słodkowodnych wraz z zespołem ekologicznym, których są częścią (Pruszyński 2011).

Bioróżnorodność jest często stosowanym określeniem dla sumy gatunków lub ekosystemów analizowanych lub porównywanych obszarów.

Wyróżnia się m.in.:

- bioróżnorodność genetyczną – omówioną szerzej w rozdziale dotyczącym metody hodowlanej;
 - bioróżnorodność gatunkową – różnorodność wszystkich roślin, zwierząt i mikroorganizmów występujących na ziemi
- oraz
- bioróżnorodność ekologiczną – różnorodność zgrupowań ekologicznych, ekosystemów i krajobrazów.

Należy podkreślić, że zachowanie bioróżnorodności jest nadrzędnym celem działań wynikającym nie tylko z obowiązku realizacji postanowień międzynarodowych, ale także, a może przede wszystkim, ze zrozumienia, że jest to jedyna droga do zachowania bezpieczeństwa funkcjonowania życia na ziemi.

Rolnictwo, które w Polsce zajmuje blisko 60% powierzchni kraju traktowane jest jako działalność człowieka świadomie ograniczająca bioróżnorodność. Bogate w występujące gatunki biocenozy (zespół organizmów zamieszkujących określony teren) zastępowane są bowiem przez pola uprawne (agrocenozy) charakteryzujące się ustaloną przez człowieka liczbą gatunków roślin, nie mogące funkcjonować samodzielnie oraz zmiany, na których zachodzą corocznie.

Za szczególne zagrożenie dla różnorodności biologicznej traktuje się chemiczną ochronę roślin, w realizacji której wprowadza się do środowiska tysiące ton substancji chemicznych mogących wpływać nie tylko na organizmy zwalczane, ale

także na inne występujące gatunki w tym pożyteczne. Olbrzymi postęp, jaki miało miejsce w produkcji środków chemicznych i technice ich stosowania, a także wysoki poziom wiedzy wykonawców zabiegów i ich doradców bardzo to zagrożenie ograniczyły, ale nadal występuje ono szczególnie w przypadku popełnianych błędów, czy też świadomym odejściu stosującego od obowiązujących zaleceń (Pruszyński, Sosnowska 2009).

Potwierdzeniem wpływu zabiegów chemicznych na zmiany zachodzące w agrocenozach są obserwacje nad składem gatunkowym niepożądaney roślinności (chwasłów) w uprawach rolniczych zmieniającym się w wyniku chemicznego ich zwalczania (Rola i wsp. 2009, Dobrzański, Adamczewski 2009). Według Roli i wsp. (2009) analiza zachwaszczenia upraw zbożowych wykazuje, że o ile w latach 50. ubiegłego stulecia gatunkami dominującymi były: gorczyca polna (*Synapsis arvensis*), ostrożeń polny (*Cirsium arvense*) chaber bławatek (*Centaurea cyanus*) i mak polny (*Papaver rhoeas*), to obecnie gatunki te występują lokalnie, a ich miejsce zajęły: przytulia czepna (*Galium aparine*), rumiankowate (*Antemideae*), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*) i miotła zbożowa (*Apera spice-venti*).

Mniejsze zmiany obserwuje się w występowaniu szkodników i ich wrogów naturalnych, gdzie Szwejda (2005) stwierdził, że w ciągu ostatnich lat nie nastąpiły pod wpływem zabiegów ochrony roślin widoczne zmiany w składzie gatunkowym i liczebności gatunków pożytecznych, a wraz ze zmianą asortymentu stosowanych środków ochrony roślin następuje ograniczenie ich wpływu na entomofaunę pożyteczną (Olszak i wsp. 2003, Pałosz 2001, Sokołowski Nijak 2001).

Nieco szersze omówienie zrównoważonego rozwoju oraz bioróżnorodności znajduje swoje uzasadnienie w znaczeniu realizacji działań objętych tymi programami dla ochrony entomofauny pożytecznej.

Zrównoważone stosowanie pestycydów będące elementem zrównoważonego rolnictwa zaleca ograniczenie do niezbędnego minimum stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Cel ten realizuje się poprzez szczegółowe ustalanie potrzeby i terminu zabiegu, stosowanie niższych dawek, dobór mniej zagrażających środowisku środków ochrony roślin, łączne stosowanie środków, w tym z nawozami, właściwą technikę zabiegów oraz przestrzeganie zasad Kodeksu Dobrych Praktyk Rolniczych i Kodeksu Dobrej Praktyki Ochrony Roślin (Pruszyński i Pruszyński 2013).

Wszystkie te działania będące obecnie obowiązującymi zaleceniami w realizacji programów ochrony upraw prowadzą do ograniczenia wpływu zabiegów ochrony roślin na entomofaunę pożyteczną, a więc są ważnym elementem jej ochrony.

Napisano wcześniej, że rolnictwo, poprzez zamianę bogatych w gatunki biocenoz w ubogie w swoim zróżnicowaniu gatunkowym agrocenozy, wpływa na znaczne

zubożenie bioróżnorodności. Nie oznacza to jednak jednostronnej działalności rolnictwa skierowanej na ograniczenie różnorodności biologicznej. Wręcz odwrotnie, rolnictwo podejmuje wiele działań mających na celu ochronę i zachowanie środowiska oraz jego wzbogacanie. Działania te mają podstawowe znaczenie dla ochrony upraw szczególnie poprzez tworzenie warunków dla przebywania, odżywiania się i zimowania gatunków pożytecznych. Należy tu wymienić programy rolno-środowiskowo-klimatyczne, płatność z tytułu praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska, czyli zazielenienie czy też lokalne inicjatywy wzbogacania środowiska rolniczego o tzw. struktury ekologiczne, do których zalicza się m.in. oczka wodne zadrzewienia czy zakrzaczenia.

Dobrym przykładem są tu zadrzewienia śródpolne zakładane w okolicach Turwi w Wielkopolsce przez Gen. D. Chłapowskiego jeszcze w XIX wieku. Miały one zapobiegać erozji wietrznej i wysuszeniu gleby, ale obecnie są oceniane również pod kątem ich wpływu na występowanie szkodników i ich wrogów naturalnych (Bałazy, Karg 2009). Badanie prowadzone na tym terenie przez pracowników Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu wykazują, że jest możliwe utrzymanie wysokiej produkcji rolniczej wykorzystującej nowoczesne metody produkcji i ochrony roślin bez szkody dla bogactwa biologicznego. Warunkiem jest zachowanie mozaikowatej struktury krajobrazu zapewniającej istnienie ostoi zwierząt i roślin oraz pozwalających na kontrolę i redukcję niekorzystnych efektów intensyfikacji rolnictwa. Na terenie objętym badaniami, na którym jest prowadzona prawidłowa gospodarka krajobrazem, nie zaobserwowano ogólnego zubożenia bogactwa krajobrazu (Prof. dr hab. Andrzej Kędziora – wypowiedź w czasie obrad I Kongresu Nauk Rolniczych w Puławach 2009). Ważne jest, iż głównie dzięki staraniom pracowników Instytutu PAN, zadrzewienia te są nie tylko odtwarzane, ale także zakładane nowe w wielu rejonach kraju.

Omawiając zatem stan bioróżnorodności w naszym kraju to należy podkreślić jego bardzo pozytywną ocenę. W raporcie „Stan środowiska w Polsce” (Kamiński 1998) oraz w opracowaniu „Agenda 21 w Polsce” (Podgajnik 1997) Polska została bardzo wysoko oceniona pod względem stanu oraz zachowania bioróżnorodności i jest zaliczana do grupy krajów europejskich o największym wskaźniku różnorodności biologicznej (Podgajnik 1997). Walory przyrodnicze Polski uważane są za bardzo wysokie, a cenne pod względem przyrodniczym i krajobrazowym ekosystemy charakteryzuje wysoki poziom bioróżnorodności biologicznej. Powierzchnia obszarów chronionych o zróżnicowanym statusie, obejmujących ponad 1/4 kraju stawia Polskę na jednym z pierwszych miejsc w Europie (Kamiński 1998).

Przyjmując tę pozytywną ocenę stanu środowiska w Polsce należy podkreślić, że udział rolnictwa w zachowaniu bioróżnorodności obok zaangażowania w realiza-

cję prowadzonych programów np. Natura 2000 jest ukierunkowany na wzbogacanie środowiska o gatunki roślin i zwierząt mających znaczenie w prowadzeniu głównie produkcji roślinnej.

Celem tej działalności jest zwiększanie oporu środowiska w regulacji występowania gatunków szkodliwych i jest to bardzo ważny kierunek rozwoju i wykorzystania metody biologicznej (Dąbrowski 2010).

Prowadzone w wielu krajach europejskich, w tym i w Polsce badania (Dąbrowski, Wysocki 2009, Dąbrowski i wsp. 2013) już obecnie dostarczyły wielu wskazówek co do ukierunkowania prowadzonych działań.

Pierwszym krokiem powinno być tworzenie tam, gdzie jest to wskazane tzw. użytków ekologicznych stwarzających warunki do przebywania oraz znajdowania pokarmu i miejsc rozwoju dla entomofauny pożytecznej.

Dąbrowski i wsp. (2013) do infrastruktury ekologicznej gospodarstw zaliczają:

- miedze lub pasy brzeżne pól z rosnącymi trawami i kwitnącą roślinnością,
- korytarze ekologiczne, do których należy zaliczyć pasy krzewów śródpolnych, drogi polne, ogrodzenia (murki oporowe), kanały i strumienie,
- elementy izolowane reprezentowane przez zadrzewienia śródpolne, kępy zarośli, pokryte roślinnością zbocza i stawy,
- trwałe biocenozy takie jak: lasy, naturalne łąki i sady.

Ważnym jest, aby wymienione struktury zapewniały ciągłość dla stałego wzbogacania środowiska w gatunki pożyteczne i utrzymywały zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych. Zgodnie z zaleceniami opracowanymi przez ekspertów powołanych przez Międzynarodową Organizację Walki Biologicznej struktury ekologiczne powinny zajmować przynajmniej 5% (optymalnie 15%) powierzchni gospodarstwa nie wliczając w to lasów. Udział infrastruktury ekologicznej jest uzależniony np. od kierunków produkcji rolniczej i powierzchni gospodarstw, ale nie powinien być mniejszy od wymienionych 5%.

Kolejnym kierunkiem badań jest ustalenie składu gatunkowego roślin wysiewanych w użytkach ekologicznych i ich atrakcyjność dla poszczególnych grup owadów pożytecznych. W badaniach polowych prowadzonych w Hiszpanii ustalono, że dla pszczołowatych najbardziej atrakcyjne są ogórecznik lekarski (*Borago officinalis*) oraz facelia wrotyczolistna (błękitna) (*Phacelia tanacetifolia*), a dla bzygowatych nagietek polny (*Calendula arvensis*) i dwurząd murowy (*Diplotaxis muralis*).

W badaniach prowadzonych w Polsce wykazano, że sztuczne miedze obsiane mieszanką złożoną z gorczyca białej (*Sinapsis alba*), facelii błękitnej (*Ph. tanacetifolia*) oraz kolendry siewnej (*Coriandrum sativum*) przywabiają liczne owady drapieżne szczególnie *Coccinellidae* i *Syrphidae* (Hurej i wsp. 1998).

Jakkolwiek dla szczegółowego określenia struktury gatunkowej użytków ekologicznych wymagane są dalsze badania, to dotychczas uzyskane wyniki potwierdzają znaczenie różnorodności biologicznej dla bardziej efektywnego wykorzystania wrogów naturalnych szkodników.

Natomiast już obecnie można zalecić:

- na terenach dużych gospodarstw rolnych, gdzie następowała likwidacja zadrzewień, oczek wodnych, miedz i innych użytków o charakterze ekologicznym, powrót do wcześniejszego stanu poprzez wprowadzenie wielogatunkowych zadrzewień, ochronę gleb przed erozją, powrót do różnorodności siedlisk, a także zachowanie lokalnych tradycyjnych odmian roślin uprawnych i ras zwierząt gospodarskich;
- na terenie całego kraju, szczególnie w miejscach o znacznych walorach środowiskowych, rozwój rolnictwa ekologicznego;
- przyspieszenie wprowadzania i upowszechniania integrowanych technologii produkcji. Integrowana ochrona i integrowana produkcja wydają się być najbardziej realnym i perspektywicznym kierunkiem rozwoju produkcji rolniczej;
- zmiany programów nauczania i prowadzenie szerokich szkoleń, mających na celu podniesienie wiedzy ekologicznej w społeczeństwie, a szczególnie wśród ludzi prowadzących gospodarstwa rolnicze;
- upowszechnianie zasad Dobrej Praktyki Rolniczej i Dobrej Praktyki Ochrony Roślin, szczególnie w grupie gospodarstw małoobszarowych;
- stworzenie warunków prowadzących do szerszego wykorzystania środków ochrony roślin pochodzenia naturalnego, biopreparatów i innych charakteryzujących się brakiem lub niską szkodliwością dla środowiska;
- rozwój badań naukowych wspierających bezpieczny dla środowiska, człowieka i zwierząt gospodarskich rozwój produkcji rolniczej;
- wykształcenie kadry doradców rolniczych przygotowanych do wdrażania rolnictwa ekologicznego, integrowanego oraz realizowania programów ekologicznych oraz zachowujących bioróżnorodność.

Zachowanie bioróżnorodności jest nadrzędnym celem działań wynikającym nie tylko z realizacji postanowień międzynarodowych, ale także, a może przede wszystkim ze zrozumienia, że jest to jedyna droga do zachowania bezpieczeństwa funkcjonowania życia na ziemi. Jest to również droga do zwiększenia udziału metody biologicznej w ochronie upraw przed organizmami szkodliwymi.

3. METODA AGROTECHNICZNA

W ramach stosowania w integrowanej ochronie roślin metod niechemicznych bardzo istotną rolę spełnia metoda agrotechniczna, której wykorzystanie pozwala na ograniczenie występowania organizmów szkodliwych, a w wielu przypadkach na ich bezpośrednie zwalczanie. W metodzie agrotechnicznej z punktu widzenia ochrony upraw znaczenie mają:

- uprawa,
- zmianowanie,
- przedplon,
- nawożenie,
- odmiany,
- siew,
- zabiegi higieniczne,
- przykłady metod agrotechnicznych, ograniczających występowanie agrofagów.

3.1. Uprawa

Zabiegi uprawowe odpowiednio dobrane do rodzaju gleby i potrzeb rośliny uprawnej pozwalają na stworzenie korzystnych warunków wzrostu tych roślin tak, że stają się one mniej podatne na choroby i szkodniki. Zabiegi te ograniczają też rozwój szkodników i patogenów oraz spełniają ważną rolę w zwalczaniu chwastów, szczególnie, gdy nie ma możliwości stosowania herbicydów. Uprawa gleby obejmuje mechaniczne działania poprawiające strukturę gleby w celu stworzenia odpowiedniego siedliska (Rosada i inni, 2010). Wczesna podorywka wraz z uprawkami przyczynia się do niszczenia poźniwnych resztek roślinnych i chwastów oraz zapobiega utracie wody z gleby. Starannie wykonana jesienna orka siewna lub głęboka orka przedzimowa poprawia strukturę gleby oraz wpływa na lepsze magazynowanie wody. Powyższe zabiegi uprawy roli wpływają na zniszczenie różnych form przetrwalnikowych patogenów oraz niszczą liczne szkodniki, które schodzą do gleby w celu przezimowania. Przed wzejściem roślin i we wczesnych ich fazach rozwojowych bardzo korzystne znaczenie mają uprawki wiosenne, które przyspieszają kiełkowanie nasion oraz zwiększają odporność wschodzących roślin na wpływ niekorzystnych warunków środowiska i pogody. Wczesną wiosną osuszenie gleby przyspiesza jej ogrzanie i przewietrzenie, co wzmacnia rośliny i pobudza działanie mikroflory glebowej. W tych warunkach rośliny są lepiej odżywione, mają większy wigor i zwiększa się ich odporność na patogeny i szkodniki.

Stosowanie upraw mechanicznych, ich rodzaj i liczba zależy od typu gleby, rośliny uprawnej i warunków klimatycznych. Uprawa roli w przypadku zbóż ozimych i jarych powinna sprowadzać się do wykonania zarówno uprawek późniowych, jak i przedsiewnych. Jednym z przykładów konieczności dobrania właściwej uprawy gleby do wymagań wysiewanej rośliny może być kukurydza, która ujemnie reaguje na orkę wiosenną. W uprawie rzepaku ozimego szczególnie ważne jest wykonanie podorywki i zastosowanie kilkakrotnego bronowania, które powoduje ograniczenie występowania chwastów.

Tradycyjna uprawa płuzna z użyciem orki przed siewem stwarza dogodne warunki dla rozwoju kiełkujących nasion, bowiem poprawia warunki wodne i termiczne w glebie oraz utrzymuje dobre warunki powietrzne (Rosada i inni 2010).

Płytką orka – podorywka stosowana bezpośrednio po zbiorze ma duże znaczenie w niszczeniu chwastów, bowiem osypane nasiona chwastów szybko kiełkują, a po wykonaniu później głębokiej orki giną, nie powodując wtórnego zachwaszczenia pola. Zastąpienie tradycyjnej uprawy poprzez stosowanie siewu bezpośredniego bądź stosowanie uproszczeń w uprawie roli w okresie późniowym oraz rezygnacja z uprawy płuznej są coraz częściej stosowane ze względu na obniżenie kosztów produkcji (Kordas 2009). Zastosowanie uproszczenia w uprawie powoduje znaczne obniżenie kosztów pracy i paliwa zwłaszcza w przypadku siewu bezpośredniego, jednak często powoduje obniżenie plonu. Stosowanie wariantów uproszczonej uprawy głównie siewu bezpośredniego stwarza dodatkowe problemy związane z dużą ilością słomy pozostającej na powierzchni gleby (Weber, Kita 2011).

Stwierdzono niższe plonowanie pszenicy ozimej w agrotechnice, w której pominięto całkowicie późniowe zabiegi oraz zastąpiono je opryskiem herbicydem, a rolę do siewu przygotowano, używając agregatu uprawowego (Parylak 2007b). Wyraźne zmiany produktywności, jak i stopień porażenia korzeni przez grzyby chorobotwórcze obserwowano na ogół po modyfikacjach przedsiewnej a nie późniowej uprawy roli (Parylak 2006; Parylak 2007a; Parylak 2007b; Parylak, Pytlarz 2013).

Metoda agrotechniczna ma duże znaczenie przy zwalczaniu szkodników w większości upraw, a szczególnie w rzepaku. Podorywka i głęboka orka pozwalają zniszczyć drutowce, pędraki i rolnice, a także śmietki i ślimaki. Wcześniejsze przygotowanie gleby do siewu ogranicza występowanie i żerowanie pchełek ziemnych, pchełki rzepakowej oraz ślimaków (Mrówczyński i inni 2005). Metoda agrotechniczna jest jednym z najważniejszych sposobów ograniczania źródła grzybów chorobotwórczych.

3.2. Zmianowanie

Zmianowanie jest celowo planowanym następstwem roślin różnych gatunków. Producent rolny musi umiejętnie wykorzystać istniejące warunki siedliskowe, dobierając właściwe gatunki i odmiany roślin na dane gleby oraz przewidzieć właściwe następstwo roślin na swoich gruntach ornych. Zmianowanie to taki system uprawy, w którym dwie lub więcej upraw następują po sobie. Ułożenie racjonalnego zmianowania wymaga uwzględnienia wielu czynników, które wpływają na wartość stanowiska tak, by rośliny uprawiane po sobie na tym samym polu miały możliwie najlepsze warunki dla wzrostu i rozwoju, a tym samym do wydania wysokich plonów. Pierwszym warunkiem zmianowania jest ustalenie takiej kolejności następstwa roślin, aby terminy siewu i zbioru były możliwe do realizacji. Nie należy zbyt często uprawiać roślin tego samego gatunku na tym samym stanowisku, gdyż może nastąpić tak zwane zmęczenie gleby (Pruszyński, Wolny 2009) poprzez kumulację w glebie fitotoksycznych substancji, bakterii, grzybów, nicieni a także szkodników oraz nasion chwastów. Choć zmianowaniem w praktyce nie da się utrzymać żyzności gleby, to i tak system ten zapewnia wyższą średnią wydajność, niż uprawa ciągła tych samych roślin.

Ze względu na pełnioną funkcję w zmianowaniu, uprawy można sklasyfikować jako: intensywne (wyczerpujące), higieniczne, wiążące azot oraz poprawiające strukturę gleby. Rośliny intensywne, wyczerpujące stanowisko (glebę), to głównie zboża (uprawy komercyjne). Przyczyniają się do zwiększenia liczby chwastów, a jeśli są uprawiane w sposób ciągły na tym samym stanowisku, to powodują silniejsze wystąpienie chorób, prowadząc do poważnego obniżenia plonu.

Uprawy higieniczne np. rośliny okopowe, dzięki stosowanym uprawkom wpływają na ograniczenie liczby chwastów. Choć uprawy komercyjne charakteryzują się wysokimi wymaganiami dotyczącymi głęboko uprawionej gleby i wysokiego zapotrzebowania na składniki odżywcze, pozwalają one na użycie dużej ilości nawozu w celu zwiększenia żyzności gleby.

Rośliny wiążące azot – bobowate, np.: koniczyna, groch, fasola czy bobik mogą pomóc przywrócić poziom składników odżywczych w glebie, polepszając żyzność gleby (Uranowska 2015). Uprawy poprawiające strukturę gleby przywracają składniki odżywcze i substancje organiczne glebie, mogą być wykorzystywane do skarmiania zwierząt np. trawy, jarmuż.

Zmianowanie spełnia wiele bardzo ważnych funkcji. Pomimo wielu korzyści ze stosowania zmianowania, jest ono mniej powszechne w warunkach intensywnej uprawy z powodu czynników ekonomicznych.

Duże znaczenie w metodzie agrotechnicznej ochrony roślin ma także przedplon. Prawdłowo ułożony płodozmian ogranicza rozprzestrzenianie się chorób (Marks

i inni 2007), szkodników, nasilenie zachwaszczenia oraz zapobiegania występowaniu zjawiska zmęczenia gleby (Rosada i inni 2010).

Częste następstwo zbóż lub roślin tego samego gatunku w uprawie może wpływać na wzrost zachwaszczenia, potęgować porażenie roślin przez grzyby chorobotwórcze oraz powodować wzrost liczebności agrofagów, które w kolejnych latach przynosić straty w plonie. Przykładowo, częste następstwo uprawy pszenicy ozimej prowadzi do kompensacji chwastów, zwłaszcza gatunków: fiołek polny (*Viola arvensis*), miotła zbożowa (*Apera spica-venti*), chaber bławatek (*Centaurea cyanus*) oraz zwiększenia biomasy chwastów, mimo ich mechanicznego i chemicznego zwalczania (Sekutowski, Domaradzki 2009).

Warunki stale ograniczanego zmianowania, przy bardzo częstym następstwie uprawy roślin zbożowych wpływają na silne nagromadzenie materiału infekcyjnego. Pozostawione na polu resztki poźniwne są bogatym źródłem infekcji dla kolejnych roślin zbożowych. Na pozostawianych na polu skrawkach słomy doskonale przechowują się różne grzyby chorobotwórcze. Źródłem zakażenia pierwotnego są zarodniki konidialne grzybów wytwarzające się na strzępkach grzybni, która przechowuje się na resztkach poźniwnych z zakażonych zbóż. Między innymi dotyczy to grzybów *Oculimacula yallundae* i *O. acuformis* powodujących łamliwość źdźbła oraz grzyba *Gaeumannomyces graminis*, który jest sprawcą zgorzeli podstawy źdźbła (Głazek 2009).

Kolejne patogeny grzybowe przenoszone przez resztki poźniwne to grzyby z rodzaju *Fusarium* oraz *Pyrenophora tritici-repentis* i *Pyrenophora teres*. Inne grzyby patogeniczne pozostające na resztkach poźniwnych to *Stagonospora nodorum* i *Septoria tritici*. Sprawca mączniaka prawdziwego grzyb *Blumeria graminis*, w niektórych stadiach rozwojowych (otocznie stadium doskonałego) także może być przenoszony przez resztki pozostawionej na polu słomy. Warto zawsze mieć na uwadze fakt, że stan porażenia roślin przez grzyby chorobotwórcze w danym sezonie wegetacyjnym ma silny wpływ na ich zdrowotność w następnym sezonie. Utrzymanie zdrowego łanu opłaca się zarówno w bieżącym sezonie jak i jest inwestycją na następny sezon (Głazek 2009).

3.3. Przedplon

Dogodnym przedplonem dla pszenicy ozimej są: mieszanki zbożowo-strączkowe (Buraczyńska, Ceglarek 2008), groch siewny (Woźniak 2006; Buraczyńska, Ceglarek 2008; Bednarek i inni 2009), rzepak ozimy (Wesołowski i wsp. 2007; Bednarek i inni 2009), po którym pszenica osiąga najwyższe plony (Kotwica i inni., 2011, Horoszkiewicz-Janka i inni. 2013), ziemniaki pod warunkiem, że zbiera się je w pierwszej

połowie września (Jasińska, Kotecki 2003). Najlepszym przedplonem pod uprawę żyta i jęczmienia ozimego są: rośliny (bobowate) strączkowe oraz mieszanki zbożowo-strączkowe. W przypadku żyta, dobrym przedplonem pod względem fitosanitarnym jest owies i jęczmień, który szybko schodzi z pola. W przypadku jęczmienia ozimego dobrym przedplonem jest również: rzepak ozimy, ziemniak wczesny i owies. Dobrym przedplonem pod uprawę owsa jest: ziemniak, lucerna i żyto. W przypadku zbóż jarych dobrymi przedplonami są: okopowe po oborniku, buraki, strączkowe (bobowate).

Odpowiedni przedplon stanowi ważny element dla późniejszego wzrostu rośliny uprawnej. Przedplon decyduje nie tylko o ilości pozostawionych resztek poźniwnych, ale także o ich składzie chemicznym (stosunek węgla do azotu) i o właściwym przygotowaniu gleby pod siew. Im szybciej przedplon zejdzie z pola, tym więcej czasu pozostaje na wykonanie odpowiednich zabiegów uprawowych przed siewem.

Przedplon dla rzepaku ozimego powinien wcześniej schodzić z pola ze względu na wczesny siew. Do najlepszych przedplonów należą: groch, koniczyna czerwona, mieszanki kończyn z trawami, lucerna, a dla rzepaku jarego również buraki. Ze względów ekonomicznych rzepak uprawiany jest często po ozimych formach pszenicy i pszenżyta oraz po jęczmieniu jarym i ozimym w celu przerwania następstwa zbóż w płodozmianie. Niekorzystnym przedplonem są formy jare pszenicy i pszenżyta oraz owies i żyto (Jasińska, Kotecki 2003). Rzekpak nie powinien być uprawiany częściej niż co 4 lata.

Kukurydzę natomiast można uprawiać po wszystkich przedplonach, umożliwiając właściwą uprawę roli i siew w odpowiednim terminie. Kukurydza dobrym przedplonem dla zbóż jarych (Jasińska, Kotecki 2003). W uprawie buraka konieczne jest zachowanie 3-4 letniej przerwy w uprawie w celu uniknięcia tzw. wyburczenia gleby. Najlepszym przedplonem są rośliny bobowate, ziemniak i zboża. Wybierając przedplon pod uprawę ziemniaka należy zwrócić uwagę, aby było dość czasu na staranne wykonanie podorywki jesienią (Jasińska, Kotecki 2003). Najdogodniejszym przedplonem są rośliny motylkowe, strączkowe oprócz łubinu, który tak jak ziemniak porażony jest czarną nóżką. Bobik nie ma specjalnych wymagań co do przedplonów. Najczęściej groch i bobik uprawiane są po zbożach jarych i ozimych. Bobiku i innych roślin motylkowych nie należy uprawiać po sobie z uwagi na pasyżnicze niczenie oraz allelopatię ujemną (Jasińska, Kotecki 2003). Groch nie powinien być uprawiany częściej niż co 4 lata.

W celu poprawy stanowiska dla roślin następczych stosuje się wsiewki poplonowe, głównie w przypadku uprawy zbóż oraz międzyplony ścierniskowe (poplony ścierniskowe) siane po wczesnie zbieranych plonach głównych: łubin żółty, wyka, owies, łubin wąskolistny, gorczyca biała, facelia błękitna, bobik, groch pastewny.

Uprawa międzyplonów zmniejsza kompensację patogenów w glebie, ogranicza zachwaszczenia, poprawia żyzność gleby, a w przypadku roślin bobowatych wytwarza dużo biomasy bogatej w białko.

3.4. Nawożenie

Prawidłowe nawożenie ma duże znaczenie w ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami. Rośliny odpowiednio dokarmione są silniejsze i odporniejsze na infekcje przez patogeny, słabiej reagują na żerowanie szkodników, lepiej konkurują z chwastami oraz lepiej znoszą niekorzystne czynniki zewnętrzne. Roślina uprawna dzięki właściwemu nawożeniu szybciej osiąga fazę rozwojową, unikając w momencie swojej największej wrażliwości zetknięcia ze szczytem najsilniejszego rozprzestrzeniania się zarodników grzybów patogenicznych lub pojawu, nalotu szkodników.

Nawożenie wpływa także na zmianę cech morfologiczno-anatomicznych roślin. Właściwie dobrane dawki azotu w stosunku do potasu i fosforu przyczyniają się do rozwoju tkanek mechanicznych, co wzmacnia źdźbła zbóż i ogranicza infekcje przez patogeny powodujące choroby podstawy źdźbła a także rdze. Natomiast, zbyt wysokie dawki azotu połączone z niedoborem fosforu podnoszą podatność roślin na porażenie przez *Blumeria graminis* (mączniaka prawdziwego) i *Puccinia* spp. (rdze). Niedobór potasu może być przyczyną stopniowego zamierania roślin. Duże znaczenie dla zdrowotności roślin ma wapń, który wpływa na odczyn gleby. Regulując odczyn gleby, (pH powyżej 6,5), można np. ograniczać tempo infekcji rzepaku kiłą kapusty (*Plasmodiophora brassicae*).

Wprowadzenie wapna do gleby reguluje właściwości fizyczno-chemiczne gleby, z korzyścią dla rozwoju korzeni roślinnych. Dobrze rozwinięty system korzeniowy pozwala roślinom pobierać z gleby odpowiednią ilość składników pokarmowych i przetrwać niekorzystne warunki środowiskowe np. suszę. Mikroelementy także mają duże znaczenie dla zdrowotności roślin. Ich brak powoduje zaburzenia fizjologiczne roślin. Na przykład zgorzel liści sercowych u buraka cukrowego jest spowodowana niedoborem boru w glebie. Powinno się stosować odpowiednie mikroelementy wraz z nawożeniem głównym.

Nawożenie dla poszczególnych gatunków roślin można obliczyć dla plonu zgodnie z tabelą podaną poniżej.

Tabela 1

Pobieranie składników pokarmowych przez rośliny z plonem głównym

| Roślina | Plon główny | | | Plon uboczny | | | Stosunek plon główny: uboczny | Plon główny i uboczny* | | |
|---------------------------------|-------------|--|-----------------------------|--------------|--|-----------------------------|--|------------------------|--|-----------------------------|
| | Azot (N) | Fosfor (P ₂ O ₅) | Potas (K ₂ O) | Azot (N) | Fosfor (P ₂ O ₅) | Potas (K ₂ O) | | Azot (N) | Fosfor (P ₂ O ₅) | Potas (K ₂ O) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ZBOŻA | | | | | | | | | | |
| Pszonica ozima | 18,9 | 8,24 | 5,16 | 5,20 | 1,83 | 12,00 | 0,90 | 23,7 | 9,85 | 15,10 |
| Pszonica jara | 21,0 | 8,70 | 5,52 | 5,50 | 1,83 | 12,84 | 0,90 | 25,1 | 10,30 | 16,30 |
| Jęczmień ozimy | 17,4 | 8,02 | 5,76 | 5,00 | 2,06 | 13,92 | 0,80 | 22,3 | 9,85 | 18,70 |
| Jęczmień jary | 16,3 | 8,02 | 5,76 | 5,50 | 2,29 | 14,40 | 0,80 | 21,0 | 9,62 | 16,40 |
| Żyto | 15,7 | 7,79 | 5,76 | 5,50 | 2,06 | 14,16 | 1,10 | 21,6 | 10,10 | 21,60 |
| Pszonżyto | 17,9 | 8,24 | 5,52 | 5,90 | 2,29 | 14,52 | 1,00 | 24,1 | 10,80 | 21,10 |
| Owies | 16,1 | 8,02 | 5,64 | 5,90 | 2,74 | 18,84 | 1,10 | 22,2 | 10,80 | 21,90 |
| Kukurydza | 15,5 | 7,79 | 5,52 | 12,90 | 4,58 | 22,44 | 1,00 | 28,4 | 12,40 | 27,90 |
| Mieszanka zbożowa | 16,5 | 8,70 | 6,12 | 6,10 | 2,97 | 16,32 | 0,90 | 22,0 | 11,50 | 20,80 |
| Gryka | 20,5 | 7,56 | 7,80 | 10,60 | 6,64 | 23,04 | 2,00 | 41,7 | 20,80 | 53,90 |
| STRĄCZKOWE | | | | | | | | | | |
| Bobik | 39,8 | 12,40 | 13,60 | 13,40 | 3,21 | 20,64 | 0,90 | 54,2 | 16,00 | 36,40 |
| Grochy | 34,3 | 9,62 | 12,90 | 16,80 | 4,12 | 21,12 | 1,00 | 48,6 | 13,50 | 32,40 |
| Łubiny | 55,0 | 15,80 | 15,50 | 12,00 | 3,66 | 18,48 | 1,00 | 67,0 | 19,50 | 33,90 |
| Soja | 54,0 | 16,50 | 22,40 | 10,00 | 2,98 | 11,40 | 1,00 | 68,0 | 19,50 | 33,80 |
| Mieszanki zbożowo strączkowe | 25,4 | 9,16 | 9,48 | 11,40 | 3,44 | 18,72 | 1,00 | 35,3 | 12,40 | 26,50 |
| OLEISTE I PRZEMYSŁOWE | | | | | | | | | | |
| Rzepak, nasiona | 33,6 | 15,60 | 10,40 | 6,90 | 3,44 | 20,40 | 1,50 | 44,5 | 21,90 | 39,90 |
| Len oleisty nasiona | 33,6 | 15,10 | 9,96 | 5,30 | 3,21 | 14,40 | 1,50 | 40,3 | 20,20 | 31,60 |
| Gorzycza nasiona | 50,0 | 17,60 | 9,24 | 7,00 | 3,89 | 24,96 | 1,50 | 49,5 | 24,70 | 53,20 |
| Słonecznik nasiona | 28,0 | 16,00 | 23,90 | 15,00 | 8,93 | 49,80 | 1,80 | 60,5 | 23,40 | 46,70 |

* Całkowite pobranie składników

Źródło: T. Jadczyzyn – IUNG Puławy – Dobre praktyki w nawożeniu użytków rolnych, CDR O/Ra-dom 2013 r.

Nawożenie zbóż

Istotnym czynnikiem w uprawie zbóż ozimych jest nawożenie. Dla przykładu, zbyt wysokie dawki azotu powodują opóźnienie dojrzewania zbóż i zwiększają podatność roślin na zakażenie. Najlepszym sposobem na dokładniejsze programowanie nawożenia azotowego jest metoda polegająca na określeniu granicznej zawarto-

ści azotu mineralnego w glebie:

$N \text{ optymalny} = N \text{ mineralny gleby} + N \text{ nawozowy}$

$N \text{ nawozowy} = N \text{ optymalny} - N \text{ mineralny gleby}$, przyjmując $N \text{ optymalny} = 140 \text{ kg}$.

Dawki nawozów fosforowych i potasowych zależą przede wszystkim od zasobności gleby, a mniej od klasy gleby i przedplonu (Jasińska, Kotecki 2003).

Podstawą do określenia wielkości dawek potasowo-fosforowych jest zasobność gleby w te składniki. Pogarszający się bilans siarki w glebie przy równoczesnym oczekiwaniu na duży plon powodują konieczność zwrócenia uwagi na zapewnienie kukurydzy odpowiednich ilości tego składnika (Katalog agrotechniczny). Kukurydza pobiera niewiele mniej siarki od fosforu. W nawożeniu kukurydzy bardzo dobre efekty uzyskuje się po zastosowaniu nawożenia startowego wykonanego podczas siewu siewnikiem kombinowanym. Nawóz powinien być umieszczony 5 cm obok i 5 cm poniżej ziarna. Umieszczenie nawozu w bliskim sąsiedztwie ziarna powoduje ograniczenie pobierania wody przez rośliny, a w skrajnych przypadkach może je popalić. Racjonalne jest dzielenie dawki azotu na dwie części: przedśiewną i w fazie 4-5 liści. Dawka nawozu azotowego w czasie siewu powinna wynosić 15-30 kg N/ha w formie amonowej. Nie używa się startowo nawozów zawierających chlor bowiem powoduje to niebezpieczeństwo uszkodzenia roślin oraz krótkotrwałą dostępność składników pokarmowych (Uprawa kukurydzy – poradnik).

Nawożenie rzepaku ozimego

Azot jest decydującym składnikiem do fazy wytworzenia przez rośliny rzepaku 8. liści. W okresie jesieni rzepak pobiera znacznie więcej azotu niż zboża. Jesienne nawożenie azotem może decydować o plonie. W przypadku plonu rzepaku w granicach 2,5-4,5 t/ha nasion rzepak pobiera 150-270 kg N/ha. Należy powiązać wysokość jesienno-azotowego nawożenia rzepaku z warunkami pogodowymi, aby nie doprowadzić do zbyt dużego wzrostu rośliny, co może być przyczyną wymarzenia (Mrówczyński, Pruszyński 2006). Stosuje się 2 terminy nawożenia azotem w okresie wegetacji: przed wiosennym ruszeniem wegetacji – 50-70% dawki całkowitej oraz trzy tygodnie przed kwitnieniem – 25-50% dawki całkowitej.

Rzepak wykazuje duże zapotrzebowanie na magnez. Stosuje się dolistne nawożenie co najmniej dwukrotnie w ilości 1,5-2,0 kg MgO/ha w fazie rozwojowej od stadium rozety do końca fazy pąkowania (Mrówczyński, Pruszyński 2006). Rośliny rzepaku wykazują większe zapotrzebowanie na siarkę niż inne rośliny krzyżowe. Zalecana dawka siarki kształtuje się w granicach 40-80 kg S/ha (Mrówczyński, Pruszyński 2006).

Nawożenie roślin okopowych

Burak cukrowy pobiera z gleby znaczne ilości potasu. Wykorzystanie tego składnika z nawozów mineralnych szacuje się na 60%. Zalecana dawka potasu w nawozach mineralnych to 60-140 kg K₂O/ha. Ze względu na specyfikę gromadzenia masy przez burak cukrowy nawozy azotowe dzieli się na dwie części: 50-60% azotu stosuje się przed siewem, a pozostałą część w fazie 2-4 par liści (Katalog agrotechniczny).

W przypadku roślin okopowych podstawowym nawozem organicznym jest obornik, który należy zastosować jesienią po żniwach razem z podorywką lub orką przedzimową. Obornik wzmacnia działanie nawożenia mineralnego. Nawozy mineralne są istotnym uzupełnieniem nawozów organicznych. Wielkość dawek nawożenia azotowego zależy od potrzeb nawozowych roślin. Dla plonu 30 t/ha ziemniaka w przypadku dużych potrzeb nawozowych zaleca się stosować 140-160 kg N/ha, a przy małych potrzebach nawożenia azotowego wystarczy 60-80 kg N/ha dawki do 100 kg N/ha. Dawki nawozów fosforowych i potasowych zależą od zasobności gleby w te składniki oraz od oczekiwanego plonu. W uprawie ziemniaka dobre efekty przynosi dolistne dokarmianie roślin magnezem (Katalog agrotechniczny).

Nawożenie roślin bobowatych

W przypadku roślin bobowatych niezbędne jest zastosowanie właściwej dawki startowej azotu mineralnego 20-30 kg/ha. Wielkość nawożenia potasowo-fosforowego zależy od zasobności gleby w te składniki.

3.5. Odmiany

W produkcji roślinnej ważne jest wysiewanie odmian charakteryzujących się większą odpornością lub tolerancyjnością na porażenie przez grzyby lub pojaw szkodników (Wojtala, Parylak 2011). Problematyka dotycząca wykorzystania cech odmianowych, a szczególnie ich podatności, odporności, względnie tolerancji na pojaw organizmów szkodliwych jest szczegółowo omówiona w rozdziale dotyczącym metody hodowlanej.

3.6. Siew

Siew – jego termin i sposób mają duże znaczenie w ochronie roślin. Siew wykonany w odpowiednim terminie pozwala na osiągnięcie przez rośliny krytycznej fazy rozwojowej przed lub po okresie pojawiania się szkodników lub patogenów. Zróżnicowanie terminu siewu jest ściśle związane ze zmianą długości dnia i tempera-

tury w okresie początkowego rozwoju roślin (Podolska, 2004). Termin siewu jest także ściśle związany z warunkami pogodowymi (Dubis, Budzyński 2006; Kościelniak 2010; Podolska, Wyzińska 2011). Jednakże w przypadku niskiej temperatury powietrza przy opóźnionym terminie siewu dochodzi do spowolnienia tempa wschodów. Na przykład okres krzewienia się zbóż ozimych może przypadać na wiosnę, co w konsekwencji prowadzi do skrócenia fazy krzewienia i redukcji liczby pędów kłosośnych, a następnie skutkuje obniżeniem plonowania (Podolska 2004; Weber, Podolska 2008; Podolska, Wyzińska 2011). Długość fazy krzewienia ma wpływ na morfogenezę pędów kłosośnych. Siew bardzo wczesny powoduje również nadmierną redukcję pędów kłosośnych w fazie strzelania w źdźbło (Dubis, Budzyński 2006) i naraża rośliny na większą inwazyjność przez grzyby chorobotwórcze i szkodniki. Optymalny termin siewu skorelowany z odpowiednimi warunkami atmosferycznymi daje możliwość osiągnięcia wysokiego plonowania. W przypadku zbóż stosuje się również zasiewy mieszane. Ujawniają się wtedy biologiczne mechanizmy regulacji występowania chorób. Owies jest gatunkiem najwcześniej sianym i każde opóźnienie siewu powoduje obniżenie plonowania tej rośliny.

Fenologicznym wskaźnikiem terminu siewu kukurydzy w Polsce jest kwitnienie czeremchy, II dekada kwietnia do początku maja. Siewy zbyt wczesne nie są wskazane ze względu na niską temperaturę gleby, co powoduje dłuższe kiełkowanie roślin. Siewy późniejsze w uprawie na kiszonkę zmniejszają udział kolb w plonie i opóźniają dojrzewanie. Kukurydza silnie reaguje na równomierność rozmieszczenia roślin na polu. Głębokość siewu zależy od rodzaju gleby i terminu siewu.

Siew buraków należy wykonać możliwe jak najwcześniej, by zapewnić roślinom co najmniej 180-dniowy okres wegetacji (Katalog agrotechniczny). Sadzenie okopowych najlepiej przeprowadzić w temperaturze gleby nie niższej niż 6°C (Katalog agrotechniczny).

Podsumowując, należy stwierdzić, że poprawnie wykonane zabiegi poczynając od zbioru przedplonu, poprzez siew aż do zakończenia jesiennej wegetacji mają decydujący wpływ na rozwój roślin i ostatecznie osiągnięte plony.

Zastosowanie odpowiednich parametrów siewu ma duży wpływ na strukturę łanu roślin uprawnych, a tym samym na ich rozwój i zdrowotność. Należy przestrzegać racjonalnego okresu siewu, którego długość zależy od gatunku i odmiany rośliny oraz od warunków siedliska. Początek racjonalnego okresu siewu oznacza termin, w którym wysiane nasiona wydadzą plon tylko nieznacznie mniejszy niż z siewu w optymalnym terminie, podczas gdy koniec tego okresu to termin, po przekroczeniu którego plon wyraźnie maleje. Racjonalny okres siewu danej rośliny może być znacznie modyfikowany czynnikami siedliska. Opóźnienie siewu roślin

jarych istotnie skraca okres ich wegetacji wskutek przyspieszenia tempa rozwoju, jednak wtedy uzyskuje się mniejszą masę roślin. Termin siewu ma duże znaczenie w uwzględnieniu występowania chorób i szkodników zagrażających uprawie. Opóźnienie siewu zbóż ozimych zmniejsza zagrożenie wystąpienia łamliwości źdźbła oraz zasiedlenia przez ploniarkę zbożówkę, która składa jajeczka między 5 a 15 września. Ploniarka nie zagraża zbożom wysianym po tym terminie. Jednak późny zasiew pszenicy sprzyja zaatakowaniu przez niezmiarkę paskowaną.

Głębokość siewu wpływa na zdolność przezimowania roślin ozimych. Zboża wysiane na odpowiednią głębokość wytwarzają węzeł krzewienia przy pierwszym kolanku, znajdującym się kilka milimetrów od ziarniaka. Przy zbyt płytkim siewie węzeł krzewienia może znaleźć się tuż pod powierzchnią gleby, co wpływa na możliwość jego przemarznięcia. Gęstość siewu wpływa na wyleganie roślin. Zboża, rośliny bobowate (np. grochy, lucerna) wylegają przy zbyt gęstym siewie, a na przykład rzepak wylega zarówno w skutek nadmiernego zagęszczenia, jak też zbyt małego, gdyż tworzy wówczas więcej pędów bocznych w górnej partii rośliny, co sprzyja wyleganiu. Przeciwdziałanie wyleganiu polega na stosowaniu antywylegaczy, które także mają wpływ na wzmocnienie źdźbła u zbóż i w ten sposób ograniczają infekcję przez patogeny powodujące choroby podstawy źdźbła oraz ograniczają wyleganie powodowane przez te choroby. Skracanie pędów u rzepaku poprawia przezimowanie. Gęstość roślin w łanie, na przykład zbożowych sprzyja infekcji przez grzyby powodujące septoriozę paskowaną liści pszenicy oraz septoriozę plew. Zarodniki tych patogenów przenoszą się wyłącznie na bardzo krótkie dystanse wraz z rozpryskującymi się kroplami deszczu z liścia na liść stykających się roślin.

3.7. Zabiegi higieniczne

Do zabiegów higienicznych stosownych w uprawie roślin można zaliczyć:

- wsiewki poplonowe takich gatunków jak seradela, koniczyna, które spełniają też rolę fitosanitarną, głównie w przypadku uprawy zbóż,
- siew gorczycy, jako międzyplonu przed uprawą buraka cukrowego – powoduje ograniczenie populacji mątwika burakowego;
- czyszczenie sprzętu rolniczego w kilku przypadkach, gdy prowadzony jest zbiór pszenicy zakażonej przez grzyba *Tilletia caries* powodującego śnieć cuchnącą pszenicy; w tym przypadku nawet mała ilość zakażonych kłosów pozostawia ogromną ilość materiału zakaźniowego np.: w kombajnie lub w pomieszczeniach przechowywanych;
- usuwanie resztek gleby oraz czyszczenie sprzętu polowego używanego na plantacjach, gdzie stwierdzono obecność odglebowych wirusów, na

przykład SBCMV i SBWMV (porażających zboża) oraz patogena występującego w glebie *Plasmodiophora brassicae* sprawcy kiły kapusty.

Są to ważne elementy przeciwdziałania rozprzestrzenianiu się agrofagów.

3.8. Przykłady metod agrotechnicznych, ograniczających występowanie agrofagów

Zboża

Łamliwość źdźbła – powodowana przez grzyby *Oculimacula yallundae* i *O. acuminata*. Są dwa źródła zarodników porażających zboża i wywołujących łamliwość źdźbła. Najczęściej występujące są zarodniki powstające na słomie i resztkach poźniwnych jesienią i podczas lekkich zim oraz wczesną wiosną. W wielu krajach Europy obserwuje się także inne stadium rozwojowe – otocznie grzyba, które mogą być przenoszone z wiatrem, jednakże w Polsce zarodniki powstające na resztkach słomy są głównym źródłem infekcji.

Zgorzel podstawy źdźbła – sprawcą jest grzyb *Gaeumannomyces graminis*. Głównym źródłem inokulum (dawka zakażająca) zgorzeli podstawy źdźbła jest grzybni pochodząca z porażonych korzeni lub z resztek poźniwnych. Źródłem infekcji mogą być także zainfekowane trawy.

Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni – powodowana przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Wszystkie gatunki wywołujące chorobę mogą przeżywać jako saprofity (żywiąc się martwymi tkankami) w glebie lub na pozostawionym na polu materiale roślinnym. Dotyczy to zarówno resztek roślin uprawnych, jak i chwastów. Grzyby z rodzaju *Fusarium* występują w środowisku rolniczym bardzo powszechnie i mogą przenosić się także wraz z zakażonym ziarnem.

Brunatna plamistość liści – sprawcą jest grzyb *Pyrenophora tritici-repentis*, który przeżywa jako saprofit na resztkach poźniwnych w okresie między uprawami, chociaż może być także przenoszony przez ziarno. Owocniki grzyba są licznie produkowane na słomie pozostającej na powierzchni gleby zarówno jesienią, jak i w odpowiednich warunkach zimą. Jest to główne źródło pierwotnej infekcji.

Septorioza paskowana liści pszenicy – powodowana przez grzyb *Zymoseptoria tritici*, który przeżywa okres między sezonami wegetacyjnymi w postaci grzybni i owocników na pozostawionych na polu źdźbłach i resztkach poźniwnych. Najważniejszym źródłem pierwotnej infekcji są zarodniki pochodzące z resztek poźniwnych, które wraz z rozpryskującymi się kroplami deszczu przenoszą się na wyższe partie liści.

Septorioza plew – wywoływana przez grzyby *Stagonospora nodorum*. Choroba przenosi się poprzez zakażone ziarno, dlatego bardzo ważne jest stosowanie tylko

zdrowego materiału siewnego. Czynnikiem sprzyjającym silnemu porażeniu są: gęsty siew i wczesne wyleganie roślin. Duże znaczenie ma struktura ładu, wysokość roślin i termin dojrzwania. Przenoszeniu patogena z liści na kłosa sprzyja skracanie źdźbła. Również obfite dawki azotu powodują opóźnienie dojrzwania roślin i zwiększają ich podatność na zakażenie. W celu ograniczenia występowania choroby należy unikać częstego następstwa zbóż w płodozmianie, siewu odmian podatnych na septorioz plew i późno dojrzewających.

Rdza brunatna – wywołana przez grzyba *Puccinia recondita* (syn. *Triticina*). Ważną rolę w ochronie pszenicy i pszenżyta przed rdzą brunatną jest niszczenie samosiewów zbóż. Należy stosować odpowiednie zabiegi agrotechniczne, jak podorywkę i głęboką orkę oraz unikać stosowania zbyt wczesnego siewu.

Rdza żółta – wywołana przez grzyba *Puccinia striiformis*. Głównymi metodami ograniczającymi występowanie choroby są metody agrotechniczne, jak uprawa roli, pozwalająca zniszczyć osypane ziarno czy odpowiedni termin siewu, niezbyt wczesny dla zbóż ozimych, natomiast wczesny dla zbóż jarych. Ważne jest zastosowanie w odpowiednim terminie podorywek i orek oraz unikanie zbyt wysokiego nawożenia. Szczególnie ważne jest stosowanie odmian odpornych na rdzę żółtą.

Mączniak prawdziwy zbóż i traw – powodowany przez grzyba *Blumeria graminis*. Ochrona zbóż przed sprawcą mączniaka prawdziwego powinna opierać się na odpowiednim przygotowaniu gleby przed siewem. Należy przeorywać ściernisko i niszczyć samosiewy zbóż oraz stosować zrównoważone nawożenie (nie za wiele azotu, właściwą ilość potasu). Dawka nawożenia azotem istotnie wpływa na występowanie choroby. Zwiększenie nawożenia ze 120 do 160 kg N/ha powoduje zwiększenie porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego. Występowaniu mączniaka prawdziwego może sprzyjać stosowanie herbicydów. Należy uprawiać odmiany odporne na tę chorobę.

Śnieć cuchnąca pszenicy – wywołana przez grzyba *Tilletia caries*. Staranne wykonywanie zabiegów agrotechnicznych w szczególności przeorywanie resztek poźniwnych ogranicza występowanie choroby. Zarodniki grzyba silnie zanieczyszczają maszyny rolnicze oraz dostają się na zdrowe ziarno zagrażając rozpowszechnieniem infekcji. Należy stosować czysty materiał siewny oraz czyścić dokładnie kombajn po zbiorze zakażonego plonu.

Plamistość siatkowa jęczmienia – sprawcą jest grzyb *Pyrenophora teres* i **rynchosporioza zbóż** – powodowana przez grzyb *Rhynchosporium secalis*. Głównym źródłem pierwotnego inokulum obydwóch grzybów są resztki poźniwne. Choroby te także mogą przenosić się przez ziarno. Jednakże głównym źródłem infekcji są zarodniki tworzące się na przetrzymującej grzybni.

Mszyce i skrzypionki – mszyca czeremchowo-zbożowa *Rhopalosiphum padi*, mszyca zbożowa *Sitobion avenae*, skrzypionka zbożowa *Oulema melanopa*.

Sprzyjające warunki dla rozwoju mszyc to: sucha pogoda i umiarkowana temperatura jak również stosowanie wysokich dawek nawozów azotowych. Należy usuwać rośliny, na których mszyce zimują (np. czeremchę) i na których żerują mszyce jednodomne (np. m. zbożowa), walczyć z zachwaszczonymi miedzami, wykonać szybką podorywkę ograniczającą ilość samosiewów po żniwach, zaprawiać nasiona zbóż insektycydami, chronić naturalnych wrogów mszyc (np. biedronkę).

W celu zmniejszenia zagrożenia występowania mszyc agrotechnika powinna obejmować: prawidłowy płodozmian, zrównoważone nawożenie (zwłaszcza azotowe), możliwie wczesny siew i zmniejszenie jego normy, izolację przestrzenną od plantacji zbóż, kukurydzy, krzewów i łąk, uprawę późniwną (by zapobiec wschodom samosiewów). Zwykle te zabiegi nie są wystarczające, jednak na tyle skuteczne, że są ekonomicznie uzasadnione i co ważne – nie szkodzą środowisku (www.modr.mazowsze.pl).

Kukurydza

Omacnica prosowianka – *Ostrinia nubilalis*. W ograniczaniu tego szkodnika bardzo ważne są metody agrotechniczne polegające na rozdrobnieniu ścierniska i przeorywaniu resztek późniwnych, w których zimują gąsienice omacnicy. Ważna jest także uprawa odmian odpornych i zwalczanie chwastów grubo łodygowych.

Zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa – *Diabrotica virgifera*. Występowanie tego szkodnika można ograniczyć, stosując wczesny siew nasion kukurydzy i dobór odmian odpornych. Należy też zwalczać chwasty, które stanowią schronienie dla stonki kukurydzianej.

Rzepak

Sucha zgnilizna kapustnych – *Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa*. Metodą ograniczającą nasilenie choroby jest przeorywanie resztek późniwnych, stosowanie odpowiedniego płodozmianu, wprowadzanie 3-4 letnich przerw w uprawie rzepaku oraz siew odmian odpornych.

Kiła kapusty – *Plasmiodiophora brassicae* Woronin. W celu ograniczenia tej choroby konieczna jest 3-4 letnia przerwa w uprawie rzepaku, a w przypadku stanowisk zagrożonych – przerwa 7 letnia. Choroba może przetrwać w glebie 10 lat. Należy zwalczać chwasty z rodziny krzyżowych oraz dokładnie przeorywać resztki późniwne z rodziny krzyżowych oraz dokładne przeorywanie resztek późniwnych. Nie należy stosować nawożenia pól obornikiem.

Chowacz brukwiaczek – *Ceutorhynchus napi* Gyll. Wczesne nawożenie azotem na wiosnę sprzyja rozwojowi rzepaku, a większe rośliny są w mniejszym stopniu nara-

żone na uszkodzenia, ważny jest wysiew odmian, które słabiej reagują na żerowanie chowacza brukwiaczka. W praktyce sprawdza się domieszanie 5-10% nasion rzepiku na brzegach pola.

Słodyszek rzepakowy – *Meligethes aeneus* F. Szkodliwość słodyszka rzepakowego można ograniczać przez stosowanie izolacji przestrzennej i czasowej dotyczącej lokalizacji plantacji roślin krzyżowych (kapustnych). Należy wysiewać również odmiany wcześniej zakwitające.

Gnatarz rzepakowiec – *Athalia colibri* Christ. Szkodliwość gnatarza rzepakowca ogranicza wczesny siew nasion, a zwiększenie normy wysiewu rekompensuje ubytek roślin. Istotne jest zachowanie izolacji przestrzennej plantacji od innych roślin krzyżowych.

Rośliny okopowe

Zgorzel siewek w uprawie buraka – *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces spp.*, *Pythium spp.*, *Phoma betae*.

Występowaniu zgorzeli siewek sprzyja zbyt wysoka wilgotność gleby (unikać stanowisk mokrych) oraz częste następstwo uprawy buraków po sobie, dlatego należy stosować przerwę w uprawie buraka wynoszącą 3-4 lata i przeprowadzić płytkie przygotowanie gleby do siewu, stosować niezbyt wczesny i niezbyt głęboki siew oraz unikać zbyt gęstego i późnego siewu nasion.

Chwościk buraka – *Cercospora beticola*. Powinno się stosować dobrze rozłożony obornik oraz pamiętać o przeorywaniu resztek poźniwnych. Należy wysiewać odmiany odporne oraz ograniczyć nawożenie azotem.

Zaraza ziemniaka – *Phytophthora infestans*. Do działań pozwalających najlepiej ochronić plantacje ziemniaków przed zarazą ziemniaka należą: wysadzanie zdrowych sadzeniaków, ograniczenie źródła infekcji poprzez niszczenie odrzuconych w trakcie sortowania ziemniaków, uprawianie odmian odpornych oraz unikanie bliskiego sąsiedztwa plantacji ziemniaka i pomidora.

Stonka ziemniaczana – *Leptinotarsa decemlineata*. Do ograniczenia występowania stonki ważny jest wczesny termin sadzenia sadzeniaków. Naturalnymi wrogami stonki ziemniaczanej są niektóre gatunki ptaków (np.: bażanty) oraz drapieżne owady, nicienie i choroby grzybowe.

Rośliny bobowate

Czekoladowa plamistość bobiku – *Botrytis fabae*. W ograniczaniu występowania tej choroby duże znaczenie mają: odpowiedni wysiew nasion (nie za duża ilość wysiewu), unikanie mokrych stanowisk, gleb ze stojącą wodą i dbałość o odpowiedni

rozkład resztek poźniwnych ma ograniczający wpływ na wystąpienie czekoladowej plamistości. W zmianowaniu powinno się wprowadzać 4-5 letnią przerwę w uprawie bobiku.

Aschochytoza bobiku – *Ascochyta fabae* Lib. Unikanie porażenia plantacji askochytozą bobiku należy prowadzić poprzez wysiew odmian odpornych na tę chorobę i przerywanie uprawy bobiku i innych roślin bobowatych na okres 3 lat.

Strąkowiec bobowy – *Bruchus rufimanus*. Do niechemicznych metod zwalczania strąkowców należy wczesny zbiór oraz niszczenie resztek poźniwnych roślin bobowatych, które mogą być dobrym siedliskiem dla przezimowania tych szkodników. Rośliny bobowate na tym samym polu, lub w stanowisku po innych bobowatych, można uprawiać co 4 lata. Nie powinno się ich wysiewać w bliskim sąsiedztwie innych roślin strączkowych i motylkowych drobnonasiennych. Siew wiosenny powinien być wykonany jak najwcześniej.

3.9. Zapobieganie zachwaszczeniu przy użyciu metod agrotechnicznych

Kluczowym w kontroli zachwaszczenia jest niedopuszczenie do wytwarzania przez chwasty nasion. Chwasty są roślinami bardzo ekspansywnymi, zdolnymi do rozwoju w ekstremalnych warunkach środowiska i wytwarzającymi dużą ilość nasion. W szczególności tolerują skrajne wartości: temperatury, opadów, dostępności tlenu i są „długowieczne”. Nasiona chwastów mogą egzystować w ziemi przez wiele lat. Łatwo się rozprzestrzeniają. Efektywnie przenoszone są przez: wiatr, wodę, zwierzęta (w tym ludzi), maszyny z nasionami roślin uprawnych, w tym przeznaczonych do skarmiania zwierząt.

Podstawowym warunkiem zapobiegania zachwaszczeniu jest stosowanie czystego materiału siewnego oraz unikanie obornika, który jest źródłem nasion chwastów. Kolejną metodą agrotechniczną, w znacznym stopniu ograniczającą zachwaszczenie, jest zmiana następstwa upraw. Stosując prawidłowy płodozmian można ograniczyć zachwaszczenie upraw.

Niektóre uprawy zagłuszają zbiorowiska chwastów silniej inne słabiej. Do uprawy należy zawsze wybierać najlepsze odmiany. Rozwojowi chwastów nie sprzyja uprawa roślin szerokolistnych zacierających glebę i ograniczających rozwój chwastów. Ważnymi czynnikami w zapobieganiu zachwaszczenia jest odpowiednie zagęszczenie ładu rośliny uprawnej. Zbyt niska obsada rośliny uprawnej stwarza miejsce dla rozwoju chwastów.

Kolejne metody agrotechniczne to stosowanie np.: martwej ściółki powstałej z warstwy roślin wysiewanych latem, tworzących dużą biomasę a wymarzających

zimną jak na przykład gorczyca. Taka ściółka na powierzchni roli utrudnia wschodzenie chwastów.

Stosowanie ściółki żywej, tworzonej przez rośliny, które rosną razem z rośliną uprawną np.: koniczyna biała, konkurują z nią podobnie jak pozostałe chwasty, wpływają na zmniejszenie plonu, ale dają korzystniejsze skutki ekologiczne (Adamczewski, Dobrzański 2008).

Wsiewki, szczególnie jednoroczne, które rozwijają się szybko i mogą być uprawiane z roślinami wieloletnimi, gdzie konkurując z chwastami umożliwiają lepszy rozwój roślinom właściwym (Świętochowski i inni 1996).

Odłogowanie gruntów oraz wprowadzanie właściwych odstępów w wysiewie tych samych gatunków roślin uprawnych może częściowo rozwiązać problemy z chwastami.

Odpowiednie nawożenie jest niezwykle istotnym czynnikiem, gdyż brak nawożenia i wynikająca z tego mała zwartość ładu powoduje zwiększenie presji chwastów. Odpowiednie nawożenie wpływa na poprawienie kondycji rośliny uprawnej, co pozwala lepiej jej konkurować z chwastami.

Uprawa roli: podorywka, zespół uprawek przedzimowych, orka siewna, uprawki przedsiewne, zespoły uprawek pielęgnacyjnych. Zawsze należy wybierać najlepsze odmiany oraz stosować najlepsze metody uprawy rolnej. Podorywka wykonana po zbiorze przedplonu powoduje, że osypane nasiona chwastów szybko kiełkują, a wykonana później głęboka orka wywołuje zniszczenie, nie stwarzając warunków do wtórnego zachwaszczenia pola. Zalecane jest zastosowanie pługa do ograniczenia chwastów wieloletnich. Chwasty wieloletnie np.: perz właściwy zaleca się zwalczać przez wykonanie płytkiej podorywki, przesuszenie roli i wyciągnięcie rozłogów kultywatorem lub kilkakrotne przeoranie gleby (Adamczewski, Dobrzański 2008).

Bronowanie zbóż jarych w okresie szpilkowania niszczy 50-80% chwastów, a drugie bronowanie w okresie krzewienia niszczy 40-60% nowych chwastów. Bronowanie broną chwastownikiem jest zalecane np.: w ziemniakach (Adamczewski, Dobrzański 2008).

3.10. Występowanie chwastów w uprawach

Występowanie poszczególnych chwastów w uprawach zależy nie tylko od rośliny uprawnej, ale od warunków siedliskowych, zwłaszcza glebowych oraz klimatycznych. Łany pszenicy ozimej są zwykle silniej opanowane przez niektóre gatunki chwastów niż łany żyta. Najmniej chwastów występuje w uprawie jęczmienia

ozimego. Przyczyną tego jest różne tempo wzrostu tych upraw w początkowym okresie ich rozwoju. Jęczmień ozimy rośnie szybko jesienią i wiosną, co ogranicza rozwój chwastów, a pszenica ozima rośnie powoli zarówno jesienią, jak i wiosną, co sprzyja rozwojowi chwastów. Kukurydza w okresie wzrostu jest szczególnie narażona na zachwaszczenie. W miarę rozwoju rośliny gleba ulega zacienieniu i następują ograniczenia rozwoju chwastów. Rośliny bobowate nie sprzyjają rozwojowi chwastów, gdyż ich szerokie liście zacieniają glebę i zagłuszają je. Wykaz charakterystycznych chwastów w poszczególnych uprawach podano w tabeli 2.

Tabela 2

Występowanie chwastów w poszczególnych uprawach

| Uprawa | Charakterystyczne chwasty |
|-------------|--|
| ZBOŻA OZIME | <ul style="list-style-type: none"> - Mietlica zbożowa <i>Apera spica-veni</i> - Przytulia czepna <i>Galium aparine</i> - Przetacznik polny <i>Veronica arvensis</i> - Mak polny <i>Papaver rhoeas</i> - Rumianek pospolity <i>Chamomillarecutita</i> - Bodziszek drobny <i>Geranium pusillum</i> - Dymnica pospolita <i>Fumaria officinalis</i> - Poziewnik polny <i>Galeopsis ladanum</i> - Chwastnica jednostronna <i>Echinochloa crus-galli</i> - Ostróżeczka polna <i>Consolida regalis</i> - Chaber bławatek <i>Centaurea cyanus</i> - Tobałki polne <i>Thlaspi arvense</i> - Taszchnik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> - Igllica pospolita <i>Erodium cicutarium</i> - Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> - Niezapominajka polna <i>Myosotis arvensis</i> - Jasnota purpurowa <i>Lamium purpureum</i> - Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i> - Maruna bezwonna <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> - Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> - Wiechlina łąkowa <i>Poa pratensis</i> - Perz właściwy <i>Elymus repens</i> - Powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> - Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> - Rdest powojowaty <i>Fallopia convolvulus</i> |
| ZBOŻA JARE | <ul style="list-style-type: none"> - Kurzyśląd polny <i>Anagallis arvensis</i> - Rdest ptasi <i>Polygonum aviculare</i> - Przetacznik perski <i>Veronica persica</i> - Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> - Owies głuchy <i>Avena fatua</i> - Życica roczna <i>Lolium temulentum</i> |

| Uprawa | Charakterystyczne chwasty |
|------------|--|
| ZBOŻA JARE | <ul style="list-style-type: none"> - Gorczyca polna <i>Sinapis arvensis</i> - Mak polny <i>Papaver rhoeas</i> - Chaber bławatek <i>Centaurea cyanus</i> - Perz właściwy <i>Elymus repens</i> - Komosa biała <i>Chenopodium album</i> - Czyściec błotny <i>Stachys palustris</i> - Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> - Maruna bezwonna <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> - Wyka siewna <i>Vicia sativa</i> - Włośnica siwa <i>Setaria glauca</i> |
| KUKURYDZA | <ul style="list-style-type: none"> - Krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> - Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i> - Chaber bławatek <i>Centaurea cyanus</i> - Rdest plamisty <i>Polygonum persicaria</i> - Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> - Rdest powojowaty <i>Fallopia convolvulus</i> - Perz właściwy <i>Elymus repens</i> - Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> - Chwastnica jednostronna <i>Echinochloa crus-galli</i> - Komosa biała <i>Chenopodium album</i> - Żółtlica drobnokwiatowa <i>Galinsoga parvilora</i> - Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> - Palusznik krwawy <i>Digitaria sanguinalis</i> - Szarłat szorstki <i>Amaranthus retroflexus</i> - Psianka czarna <i>Solanum nigrum</i> - Włośnica sina <i>Setaria glauca</i> |
| RZEPAK | <ul style="list-style-type: none"> - Gorczyca polna <i>Sinapis arvensis</i> - Rzodkiew świrzepa <i>Raphanus raphanistrum</i> - Przytulia czepna <i>Galium aparine</i> - Mietlica zbożowa <i>Apera spica-veni</i> - Tobołki polne <i>Thlaspi arvense</i> - Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> - Iglica pospolita <i>Erodium cicutarium</i> - Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> - Niezapominajka polna <i>Myosotis arvensis</i> - Jasnota purpurowa <i>Lamium purpureum</i> - Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> - Perz właściwy <i>Elymus repens</i> - Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> - Bodziszek drobny <i>Geranium pusillum</i> - Przetacznik polny <i>Veronica arvensis</i> |

| Uprawa | Charakterystyczne chwasty |
|----------|--|
| ZIEMNIAK | <ul style="list-style-type: none"> - Komosa biała <i>Chenopodium album</i> - Łoboda rozłożysta <i>Atriplex patula</i> - Rdest plamisty <i>Polygonum persicaria</i> - Rdest powojowaty <i>Fallopia convolvulus</i> - Rdest kolankowy <i>Polygonum lapatifolium</i> - Chwastnica jednostronna <i>Echinochloa crus-galli</i> - Włośnica sina <i>Setaria glauca</i> - Mak polny <i>Papaver rhoeas</i> - Mlecz zwyczajny <i>Sonchus oleraceus</i> - Szarłat szorstki <i>Amaranthus retroflexus</i> - Przymiotno kanadyjskie <i>Conyza canadensis</i> - Powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> - Żółtlica drobnokwiatowa <i>Galinsoga parviflora</i> - Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> - Maruna bezwonna <i>Matricaria inodora</i> - Tobiłki polne <i>Thlaspi arvense</i> - Dymnica pospolita <i>Fumaria officinalis</i> - Jasnota purpurowa <i>Lamium purpureum</i> - Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> - Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> - Przetacznik perski <i>Veronica persica</i> - Niezapominajka polna <i>Myosotis arvensis</i> - Wyka drobnokwiatowa <i>Vicia hirsuta</i> - Krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> - Perz właściwy <i>Elymus repens</i> |

Źródło: Hołubowicz – Kliza, 2011.

4. METODA HODOWLANA I ZARZĄDZANIE ODPORNOŚCIĄ ROŚLIN NA CHOROBY

Od wieków, człowiek ustawicznie doskonalił użytkowane przez siebie rośliny, początkowo w drodze selekcji najbardziej przydatnych wariantów w naturalnych populacjach roślin, a później w coraz bardziej wyspecjalizowanej działalności, zwanej hodowlą roślin.

Nowatorskie odmiany roślin uprawnych umożliwiające racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych (gleba, woda, bioróżnorodność) pozwalają na zrównoważony rozwój w rolnictwie oraz ochronę środowiska naturalnego. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości zróżnicowany genetycznie postęp odmianowy będzie głównym czynnikiem wzrostu produkcji rolniczej. Oprócz wzrastającej produktywności nowych odmian oczekuje się, że odegrają one decydującą rolę w zrównoważonej produkcji rolniczej, a także będą głównym sposobem łagodzenia skutków niekorzystnych zmian klimatu (Murphy i wsp. 2013).

4.1. Charakterystyka współczesnej produkcji roślinnej

Współczesne rolnictwo, zwłaszcza konwencjonalne jest niebezpiecznie uzależnione od stosowania energii, syntetycznych środków produkcji (nawozów, pestycydów, etc.) i innych nakładów. Powszechnie wiadomo, że pestycydy i inne syntetyczne środki produkcji oddziałują negatywnie na biosferę, zwłaszcza na organizmy pożyteczne, w tym także na zdrowie ludzi i zwierząt. Przyczyniają się też do zachwiania równowagi biologicznej w ekosystemach.

Specjalizacja i intensyfikacja produkcji rolniczej doprowadziła do niebezpiecznego zawężenia bioróżnorodności na polach uprawnych. Obecnie ludzkość w skali globalnej żywi się kilkunastoma podstawowymi gatunkami roślin. Drastycznie zmniejszyła się także zmienność genetyczna współczesnych odmian roślin, w obrębie poszczególnych gatunków. Pomimo dużej liczebności odmian wszystkich gatunków roślin rolniczych (ok. 23 tys.) zarejestrowanych w całej Europie, są one mało zróżnicowane pod względem genetycznym.

Zawężenie bioróżnorodności, zarówno pomiędzy, jak i w obrębie pól uprawnych doprowadziło do znaczącego ograniczenia funkcjonowania naturalnych mechanizmów samoregulacji we współczesnych agro-ekosystemach (Ostergaard i wsp. 2009). W ostatnich latach, coraz częściej mówi się o pilnej potrzebie wprowadzania alternatywnych, bardziej przyjaznych dla środowiska systemów gospodarowania w rolnictwie. Zaliczyć do nich należy bardziej zrównoważone systemy produkcji rolniczej, związane z niskonakładowymi i ekologicznymi sposobami gospodarowania. W przeciwieństwie do kosztownego, intensywnego rolnictwa konwencjonalnego, w systemach zrównoważonych mogą być zmniejszane nakłady syntetycznych środków produkcji oraz bardziej zrównoważona gospodarka wodą i innymi zasobami naturalnymi.

4.2. Pojęcia ogólne w hodowli i ochronie roślin

Obecnie, odmiany roślin uprawnych, będące podstawowym nośnikiem postępu biologicznego są tworzone w komercyjnych, rzadziej w publicznych placówkach hodowlanych. Produktami współczesnych programów hodowlanych są nowatorskie odmiany, z nowymi udoskonalonymi właściwościami genetycznymi, zapewniającymi bezpieczeństwo żywnościowe społeczeństw, zachowanie bioróżnorodności i zrównoważony rozwój rolnictwa oraz ochronę środowiska naturalnego.

4.2.1. Wybrane pojęcia z zakresu chorób roślin

Choroby roślin definiowane są jako długotrwałe zakłócenia funkcji fizjologicznych roślin, które uniemożliwiają ich normalny wzrost i rozwój i przejawiają się zmianami w wyglądzie roślin. Zmiany te nazywane są objawami chorobowymi i są wywo-

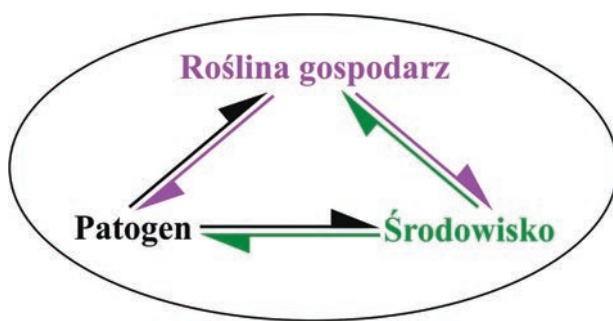
ływane stresami biotycznymi i abiotycznymi. W zależności od rodzaju czynników chorobotwórczych rozróżniamy infekcyjne i nieinfekcyjne choroby roślin.

Choroby infekcyjne roślin powodowane są przez stesy biotyczne, do których zaliczamy różne czynniki chorobotwórcze zwane też patogenami, głównie: wirusy, bakterie i grzyby chorobotwórcze.

Choroba infekcyjna jest wynikiem interakcji pomiędzy elementami tak zwanego trójkąta chorobowego, w którego skład wchodzi: roślina gospodarz, patogen i środowisko.

Rysunek 1

Elementy trójkąta chorobowego



Proces chorobowy wynika z interakcji pomiędzy wzajemnie oddziałującymi na siebie elementami trójkąta chorobowego. W warunkach współczesnego rolnictwa, na rozwój i nasilenie występowania chorób roślin może pośrednio wpływać rolnik poprzez bezpośrednie oddziaływanie na roślinę gospodarza (odmiany odporne) i modyfikowanie środowiska uprawy roślin. Bardziej bezpośredni wpływ na nasilenie występowania i szkodliwość patogenów ma stosowanie fungicydów. Choroby infekcyjne są więc dynamicznym procesem biologicznym, wynikającym z interakcji trzech elementów w trójkącie chorobowym. W warunkach produkcyjnych człowiek może w pewnym zakresie oddziaływać na przebieg procesów chorobowych roślin uprawnych.

Drugą grupę chorób roślin stanowią choroby nieinfekcyjne, wywoływane przez stesy abiotyczne, takie jak: niedobór lub nadmiar wody, niedobór lub nadmiar składników pokarmowych, zbyt wysokie lub zbyt niskie temperatury, naświetlenie roślin, których objawami są różne symptomy i zakłócenia rozwoju roślin.

Czynniki chorobotwórcze, zwłaszcza patogeny obligatoryjne najważniejszych gatunków roślin uprawnych wyróżniają się dużymi zdolnościami adaptacyjnymi w stosunku do wprowadzanych przeciwko nim metod walki (genetycznej i/lub

chemicznej). Z punktu widzenia potrzeb hodowli odpornościowej, jak i systemów uprawy i ochrony roślin niezbędne są analizy zmienności patogeniczności w populacjach patogenów w czasie i przestrzeni. Pozwalają one na określanie bieżącego potencjału chorobotwórczego patogenów w stosunku do roślin uprawnych.

Ważnym problemem, który pojawił się już w połowie ubiegłego stulecia w ochronie roślin jest zjawisko uodparniania się mikroorganizmów szkodliwych, głównie grzybów, nie tylko na genetyczną odporność odmian, ale też na substancje biologicznie aktywne stosowanych fungicydów. Powszechnie znane jest uodparnianie się patogenów obligatoryjnych, powodujących choroby liści i innych części nadziemnych roślin, a także innych czynników chorobotwórczych powodujących szarą pleśń, choroby podstawy źdźbła, zgnilizny korzeni i uwiady roślin uprawnych.

4.2.2. Wybrane pojęcia z zakresu odporności odmian na choroby i inne stresy

Odporność na choroby

Odporność roślin na choroby i inne stresy jest cechą wrodzoną uwarunkowaną genetycznie. W ujęciu genetycznym wyróżnia się dwa zasadnicze typy odporności roślin na choroby. Pierwszym typem jest **odporność monogeniczna**, zwana też rasowo-specyficzną pełną, jakościową lub pionową. Warunkowana jest przez główne geny rośliny gospodarza o dużych efektach jednostkowych. Podlega zjawisku „załamywania się” w warunkach produkcyjnych. Drugim typem jest **odporność poligeniczna**, zwana też rasowo-niespecyficzną, częściową, ilościową lub poziomą. Warunkowana jest wieloma genami rośliny gospodarza o małych efektach jednostkowych. Nie podlega zjawisku „załamywania się” u odmian w na polach uprawnych (Czembor i Gacek 1995).

Tolerancja roślin na choroby i stresy abiotyczne

W systemach ochrony roślin ważną rolę odgrywa też uprawa odmian tolerancyjnych na choroby i inne stresy biotyczne oraz abiotyczne. Zjawisko tolerancji odnosi się zarówno do stresów powodowanych przez organizmy żywe (patogeny roślin, szkodniki i in.), jak i do czynników nieożywionych (niedobór/nadmiar składnika, wody, czynniki pogodowe).

Tolerancja jest to genetycznie i środowiskowo uwarunkowana zdolność roślin niektórych odmian do „wytrzymywania” dużego porażenia przez choroby lub przez inne organizmy szkodliwe albo przez stresy abiotyczne. Odmiany wyróżniające się tolerancją na stresy znoszą działanie czynników stresowych bez większych strat w plonie, w przeciwieństwie do odmian, u których nie zaobserwowano zjawiska.

W warunkach polowych stopień porażenia odmian tolerancyjnych przez choroby, nie różni się wizualnie od stopnia porażenia odmian podatnych. Niektórzy auto-

rzy twierdzą, że „odmiany tolerancyjne wyglądają jak podatne, a plonują jak odporne.” Poziom tolerancji odmian roślin na choroby i inne stropy można określić poprzez porównanie wysokości plonowania odmian tolerancyjnych z plonowaniem odmian nie mających tej właściwości, w warunkach silnej epidemii choroby lub w czasie oddziaływania innego stresu.

Zdolność odmian do wzrostu i rozwoju po wystąpieniu silnych stresów (ang. *resilience*)

W ostatnim czasie coraz powszechniej w literaturze światowej dotyczącej ekosystemów roślinnych, w tym zwłaszcza współczesnych agroekosystemów funkcjonuje pojęcie zdolności odmian do szybkiego powrotu do dalszego wzrostu i rozwoju, po wystąpieniu silnego stresu biotycznego lub abiotycznego. W literaturze angielskojęzycznej właściwość ta jest określana jako „*resilience*”.

Niestety, w języku polskim nie ma stosownego słowa, mogącego objąć swym znaczeniem zdolności roślin do szybkiej powrotu do stanu wegetacji, w jakim znajdowały się przed zadziałaniem silnego stresu. Dość często uzdolnienia te określane są zwiększoną tolerancją, odpornością, elastycznością roślin lub też właściwościami roślin buforującymi silne działanie stresów biotycznych i abiotycznych.

Należy podkreślić, że wspomniane wyżej właściwości buforujące odmian roślin, występują w większym natężeniu w warunkach zwiększonej bioróżnorodności i w zrównoważonych systemach gospodarowania w rolnictwie. Zrównoważone gospodarowanie w rolnictwie opiera się na efektywnym wykorzystaniu zasobów naturalnych i wynika z umiejętnego wykorzystania rozmaitych morfologicznych i ekofizjologicznych właściwości roślin uprawnych. Duże znaczenie w zrównoważonych systemach mają też fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleb i ich interakcje z roślinami, w kontekście zdolności buforowych danego systemu rolnego (składniki żywienia, woda, oraz stan zdrowotny gleby).

Głównymi sposobami poprawy właściwości buforujących odmian, są:

- poprawa zdolności adaptacyjnych i elastyczności upraw;
- zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych;
- określenie natury i zależności pomiędzy właściwościami roślin, warunkującymi zwiększone „uzdolnienia buforowe” odmian, (m.in. dynamika wzrostu roślin we wczesnych etapach, fenologia, parametry morfologiczne i fizjologiczne, parametry glebowe i środowiskowe, konkurencyjność w stosunku do chwastów, odporność i tolerancja na czynniki stresowe).

4.3. Koncepcja zachowania bioróżnorodności w rolnictwie

Różnorodność biologiczna występująca w naturalnych zbiorowiskach roślin stanowiła podstawę selekcji naturalnej i ewolucji roślin. Była ona powszechną cechą pierwotnych ekosystemów, po czym stopniowo ulegała zawężaniu w miarę postępującej ingerencji człowieka i pojawiania się coraz to nowocześniejszych ekosystemów rolniczych. Zawężanie różnorodności biologicznej na polach uprawnych następowało w związku z rosnącą specjalizacją i intensyfikacją produkcji rolniczej.

Obecnie, na polach uprawnych obsianych monokulturami zawężonych genetycznie pojedynczych odmian, prawie całkowicie zostały wyeliminowane biologiczne mechanizmy samoregulacji występujące w zróżnicowanych genetycznie pierwotnych ekosystemach roślinnych (Ives i Carpenter 2007; Costanzo i Barberi 2014).

Rysunek 2

Elementy koncepcji zwiększania bioróżnorodności



Na rysunku 2 przedstawiono podstawowe elementy koncepcji holistycznego systemu działań interdyscyplinarnych w celu przywrócenia różnorodności biologicznej w warunkach produkcyjnych współczesnego rolnictwa. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- prowadzenie wyprzedzających, interdyscyplinarnych badań naukowych i prac upowszechnieniowych nad opracowaniem i wdrożeniem do praktyki metod i strategii zintegrowanego systemu zwiększania różnorodności biologicznej, w zrównoważonej uprawie i w integrowanej ochronie roślin;
- ukierunkowanie prac hodowlanych na tworzenie zróżnicowanych genetycznie odmian roślin, odznaczających się wysokim i stabilnym plonowaniem oraz odpornością na stropy biotyczne i abiotyczne;
- określenie właściwości odmian buforujących skutki niekorzystnego oddziaływania niespodziewanych zjawisk i czynników wynikających ze zmian klimatu oraz innych stresów biotycznych i abiotycznych;

- opracowanie i wdrożenie do praktyki strategii efektywnego zwiększania bioróżnorodności i zrównoważonego wykorzystania naturalnych środków produkcji w różnych systemach gospodarowania w rolnictwie.

Eksperymentalnie, oraz w warunkach produkcyjnych, dowiedziono, że umiejętna integracja prac badawczo-wdrożeniowych i hodowlanych z docelowymi wariantami uprawy odmian odpornych powinna mieć znaczenie w produkcji roślinnej, w tym w integrowanej ochronie roślin.

Alternatywnym rozwiązaniem problemu zwiększenia bioróżnorodności w uprawie roślin mogą być wprowadzane już modyfikacje prac hodowlanych. W ich ramach, obiecującym i stosunkowo niedrogim sposobem poszerzania bioróżnorodności materiałów hodowlanych i pól uprawnych, jest koncepcja tworzenia i uprawy złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK) i innych heterogenicznych materiałów roślinnych, zgodnie z filozofią ewolucyjnej hodowli roślin (Suneson 1956). Koncepcja ewolucyjnej hodowli roślin zakłada wykorzystanie w procesie hodowlanym zjawiska selekcji naturalnej (Phillips i Wolfe 2005).

Złożone populacje krzyżówkowe tworzone są poprzez skrzyżowanie w diallelu, kilku najwartościowszych odmian komercyjnych danego gatunku zbóż, a następnie rozmnażaniu mieszanek sporządzonych z uzyskanych generacji roślin, w docelowych, stresowych środowiskach uprawy dla danego gatunku. Postępowanie takie pozwala na oddziaływanie selekcji naturalnej na rozszczepiające się złożone populacje krzyżówkowe rozmnażane przez kilka kolejnych generacji, najczęściej przez 7-8 lat (Doring i wsp. 2011).

Złożone populacje krzyżówkowe odznaczają się większym zróżnicowaniem biologicznym niż mieszanek odmianowe, co prowadzi do poprawy wysokości i stabilności upraw roślin zbożowych oraz zwiększenia ich odporności na choroby i inne stesy, w tym także na niekorzystne oddziaływanie czynników pogodowych wynikających ze zmian klimatu (Finckh 2009).

4.4. Współczesne kierunki i techniki hodowli roślin

Współczesne programy hodowlane są przede wszystkim ukierunkowane na tworzenie odmian przydatnych do intensywnego rolnictwa konwencjonalnego. Jednak, dzięki stosowaniu zróżnicowanych genetycznie materiałów wyjściowych w programach hodowlanych oraz prowadzeniu odpowiednich prac selekcyjnych, spośród odmian konwencjonalnych można wyselekcjonować odmiany nadające się do zrównoważonych systemów gospodarowania w rolnictwie. Wolfe i wsp. (2008) podali, że ponad 95% produkcji ekologicznej prowadzi się na bazie odpowiednio dobranych odmian konwencjonalnych.

Wiele właściwości fenologiczno-morfologicznych roślin wykorzystywanych w intensywnych systemach gospodarowania znajduje też zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Należą do nich m.in.: wysokość roślin, architektura łanu, wigor roślin, budowa systemu korzeniowego, odporność na stresy biotyczne i abiotyczne.

Działalność hodowlana jest procesem złożonym i długotrwałym, i opiera się na wynikach badań wielu dyscyplin naukowych, a także na stosowaniu wyrafinowanych kierunków, metod i technik hodowlanych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- precyzyjne fenotypowanie cech użytkowych roślin, z zastosowaniem najnowszych technik analitycznych;
- techniki i narzędzia molekularne, służące do monitorowania dziedzicznej zmienności genetycznej podczas procesu selekcji roślin;
- genomikę i biotechnologię;
- bioinformatykę;
- ochronę własności intelektualnej w biotechnologii i hodowli roślin, ze szczególnym uwzględnieniem koegzystencji pomiędzy ochroną patentową, roślinnych odkryć biotechnologicznych i wyłącznym prawem hodowców do odmian roślin.

Wytworzenie nowatorskich odmian roślin uprawnych jest zadaniem trudnym, długotrwałym i kosztownym. Współcześni hodowcy znacząco poprawili wartość gospodarczą nowych odmian dzięki stosowaniu szerokiej zmienności genetycznej wyjściowych materiałów hodowlanych z różnych ośrodków pochodzenia roślin uprawnych. Wyróżnia się trzy podstawowe grupy zmienności genetycznej stosowanej w hodowli roślin, a mianowicie:

- główną pulą genetyczną wykorzystywaną w programach hodowli roślin są elitarne linie hodowlane i najnowsze odmiany komercyjne;
- drugorzędną pulę genową stanowią odmiany miejscowe (landraces), odmiany starsze oraz materiały genetyczne z Banków Genów;
- trzecią, uzupełniającą pulę genową stanowią dzikie gatunki roślin spokrewnione ze współczesnymi gatunkami roślin uprawnych.

Wyżej wymienione kierunki prac hodowlanych mają na celu jak najpełniejsze wykorzystanie dostępnych źródeł odporności na choroby, podwyższanie poziomu odporności i tolerancji na choroby i stresy biotyczne, a docelowo zwiększenie efektywności i trwałości odporności odmian w warunkach produkcyjnych (Gacek 1990; Arseniuk 2013).

Biorąc pod uwagę pogłębiające się negatywne skutki nadmiernej intensyfikacji uprawy roślin i potrzebę ekologizacji w rolnictwie, placówki hodowlane coraz

częściej modyfikują programy hodowlane w kierunku:

- tworzenia odmian przydatnych do różnych kierunków gospodarowania w rolnictwie, tj.: intensywne rolnictwo konwencjonalne, bardziej zrównoważone rolnictwo niskonakładowe i rolnictwo ekologiczne;
- tworzenia odmian umożliwiających ograniczanie stosowania syntetycznych środków produkcji, w tym herbicydów i pestycydów;
- wprowadzenia środowiskowych modyfikacji kierunków hodowlanych, zgodnie z zasadami ewolucyjnej hodowli roślin, której produktami są złożone populacje krzyżówkowe (ZPK) i inne heterogeniczne materiały do uprawy zbóż, w celu zwiększania bioróżnorodności na polach uprawnych (Wolfe i wsp 2008; Doring i wsp. 2011).

4.5. Hodowla odpornościowa i zarządzanie odpornością na choroby w integrowanej ochronie roślin

Głównym celem hodowli roślin, zwłaszcza hodowli odpornościowej jest wytwarzanie odmian roślin uprawnych, odpornych, tolerancyjnych na choroby oraz stresy abiotyczne i jednocześnie odznaczających się wysokim poziomem plonowania.

Hodowla odpornościowa ma charakter interdyscyplinarny. Wymaga prowadzenia wielu prac badawczych w zakresie poznania genetycznych uwarunkowań coraz to nowych rodzajów i typów odporności roślin na czynniki chorobotwórcze oraz ustawicznego określania potencjału chorobotwórczego patogenów w stosunku do określonego gatunku rośliny żywicielskiej.

4.5.1. Rodzaje odporności genetycznej na choroby w hodowli odpornościowej

Warunkiem efektywnej hodowli odpornościowej jest równoczesne stosowanie wielu różnych genów odporności do nowych odmian oraz właściwe wykorzystanie odmian odpornych w praktyce rolniczej, w celu zwiększenia trwałości ich odporności (Gacek 1990; Arseniuk 2013). Racjonalne wykorzystanie odporności na choroby w hodowli i uprawie roślin uprawnych ma na celu zapobieganie zjawisku „załamywania się” odporności w warunkach produkcyjnych. W praktyce polega to na maksymalnym różnicowaniu uprawy odmian z różnymi typami i genami odporności w czasie (odrębne typy odporności u form jarych i ozimych) i w przestrzeni (jednoczesna uprawa wielu odmian) z różnymi genami odporności w danym rejonie, uprawa zasiewów mieszanych, a od niedawna stosowanie złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK) (Finckh 2009; Wolfe i wsp. 2008; Doring i wsp. 2011).

Efektywność hodowli odpornościowej zależy od właściwego doboru źródeł odporności na patogeny i od struktury populacji patogenów kraju oraz w poszczególnych jego rejonach.

W prowadzonych obecnie pracach nad wytworzeniem nowych odmian wiele ośrodków hodowlanych wykorzystuje dwa rodzaje genetycznej odporności na choroby: odporność rasowo-specyficzną oraz rasowo-niespecyficzną (Czembor i Gacek 1995).

Odporność rasowo-specyficzna jest efektywna tylko przeciwko niektórym rasom fizjologicznym (genotypom) patogenów. Zwykle jest ona uwarunkowana przez pojedyncze główne geny odporności o dużych efektach jednostkowych. Odporność ta jest bardzo popularna wśród hodowców z uwagi na jej wyraźną ekspresję i jej dużą efektywność w ograniczaniu chorób roślin. Podstawową jej wadą jest to, że podlega ona zjawisku „załamywania się” wynikającemu z procesów adaptacyjnych w populacjach patogenów. Trwałość odporności rasowo-specyficznej jest odwrotnie proporcjonalna do zakresu jej stosowania w uprawie (Wolfe 1990; Czembor i Gacek 1995).

Odporność rasowo-niespecyficzna, zwana też częściową, jest uwarunkowana poligenicznie. Jej efektywność zależy od liczby i rodzaju genów ją warunkujących oraz od czynników środowiska. Zabezpiecza ona roślinę jednocześnie przed wieloma rasami patogenów, dlatego charakteryzuje się większą trwałością w warunkach produkcyjnych, ale jest mniej efektywna niż odporność wertykalna w stopniu ograniczania chorób. Ze względu na jej poligeniczny sposób dziedziczenia, nie jest zbyt popularna w pracach hodowlanych (Czembor i Gacek 1995).

Przez wiele lat w hodowli odpornościowej wprowadzano do odmian geny odporności na jedną chorobę, a nawet na pojedyncze rasy patogenów. Otrzymano w ten sposób odmiany o dużej odporności na jedną chorobę, lub pojedyncze rasy patogena, na których często obserwowano zjawisko „załamywania się” odporności. W placówkach hodowlanych dąży się, aby odporność na patogeny i inne stresy biotyczne była zróżnicowana genetycznie, trwała w czasie i efektywna w różnych środowiskach (Czembor i Gacek 1995). Hodowcy pracują nad uzyskaniem roślinnych materiałów wyjściowych cechujących się odpornością kompleksową na kilka patogenów.

W ostatnich latach zwraca się szczególną uwagę na maksymalne wykorzystanie różnorodności genetycznej już w obrębie materiałów wyjściowych. W programach hodowli odpornościowej jednocześnie stosuje się jak najwięcej odrębnych źródeł odporności rasowo-specyficznej z różnymi genami głównymi. Dąży się też do jednoczesnego wprowadzania kilku genów odporności, w tym do odmian z podwyższonym poziomem odporności częściowej, a także do podnoszenia ogólnego poziomu odporności częściowej, u odmian z odpornością rasowo-specyficzną (Arseniuk 2013; Gacek 1990).

4.5.2. Hodowla odmian odpornych na patogeny występujące w glebie

W przypadku chorób roślin powodowanych przez patogeny występujące w glebie, metody hodowli i selekcji odmian odpornych powinny być dostosowane do specyfiki tych chorób i uwzględniać fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby oraz ich interakcje z roślinami uprawnymi.

Niektóre choroby powodowane przez patogeny występujące w glebie (*Tilletia tritici* i in.) można skutecznie zwalczać poprzez zaprawianie materiału siewnego fungicydami. Istnieje też możliwość zwalczania tej grupy chorób pszenicy poprzez hodowlę i uprawę odmian odpornych i tolerancyjnych na *T. tritici*.

Do innych chorób roślin powodowanych przez patogeny występujące w glebie i zwalczanych na skalę komercyjną poprzez uprawę roślin odpornych, zaliczamy: raka ziemniaka, raka koniczyny, kiłę roślin kapustnych i choroby podsuszkowe zbóż. Grupą chorób roślin, przeciw którym również prowadzona jest hodowla odpornościowa, są choroby systemu naczyniowego roślin powodowane przez grzyby z rodzajów *Fusarium ssp.*, *Verticillium ssp.* i inne patogeny. Wykazano, że populacje mikroorganizmów glebowych występujących w rizosferze mają duże potencjalne możliwości do zmniejszania nasilenia chorób powodowanych przez patogeny występujące w glebie (*Rhizoctonia ssp.*, *Fusarium ssp.*, *Gaeumanomyces ssp.*), a nawet mogą oddziaływać na patogeny powodujące choroby liści (*Septoria tritici* i in.) (Sari i wsp. 2008).

W środowisku mikroorganizmów rizosfery obserwuje się rozmaite mechanizmy biologiczne, jak antybioza, współzawodnictwo w wykorzystaniu składników odżywczych roślin czy zjawisko indukowanej odporności (Mazzola i Gu 2000).

4.5.3. Hodowla odmian odpornych na stresy abiotyczne

Hodowla odmian tolerancyjnych na stresy abiotyczne jest coraz ważniejszym celem i kierunkiem hodowlanym zwłaszcza w kontekście postępujących zmian klimatu (Arnell 2003; Murphy i wsp. 2013). Wiąże się to z pilną potrzebą tworzenia odmian tolerancyjnych na suszę, mrozoodporność, zimotrwałość i inne stresy abiotyczne, zwłaszcza te związane z gwałtownymi zmianami czynników pogodowych (CIMMYT 2008; Cattiveli i wsp. 2008; Chakraborty i Newton 2011).

Hodowla odmian roślin na stresy abiotyczne jest bardzo trudna, ponieważ mechanizmy tolerancji u roślin są bardzo złożone i mało poznane (Cattiveli i wsp. 2008). Nie mniej tolerancja odmian pszenicy i innych roślin na suszę, efektywność wykorzystania wody przez rośliny, a także stres temperatury są obecnie głównymi celami w hodowli pszenicy (CIMMYT 2008).

W wyniku przeprowadzonych analiz wpływu żywienia roślin, jak i roli wybranych składników pokarmowych: N, P, K, Mn, Zn, B, Cl i Si stwierdzono ich wpływ na infek-

cję, zasiedlanie i zarodnikowanie patogenów i ogólny poziom występowania chorób roślin, (Dordas 2000). Na przykład, przy zbyt dużej dostępności N wzrasta nasilenie porażenia roślin przez patogeny obligatoryjnie i jednocześnie zauważono tendencję zmniejszania się porażenia roślin przez patogeny fakultatywne. Wykazano, że istnieją potencjalne możliwości dokonywania modyfikacji nawożenia roślin w celu zwiększenia stopnia ograniczania chorób roślin, zarówno w konwencjonalnych, jak i ekologicznych systemach gospodarowania w rolnictwie (Walters i Bingham 2007).

4.5.4. Hodowla odmian ograniczających zachwaszczenie

Zwalczanie chwastów nadal pozostaje poważnym problemem w uprawie roślin, zwłaszcza w jednorodnych genetycznie monokulturach odmianowych. Informacje w niniejszym rozdziale są ograniczone do zależności pomiędzy odmianami pszenicy, a nasileniem występowania w nich chwastów. Stwierdza się, że współczesne odmiany pszenicy są zróżnicowane pod względem genetycznym w zakresie ich zdolności do konkurowania z chwastami (Cosser i wsp. 1997).

Odmiany uprawne oddziałują na biologię gleby i jej funkcje. Zdolności ograniczania chwastów przez odpowiednio dobrane odmiany wiążą się z cechami morfologicznymi roślin nad powierzchnią gruntu oraz budową i wydzielinami korzeni oraz interakcjami systemu korzeniowego z grzybami mikoryzowymi.

Potencjalnie ważnym sposobem ograniczania chwastów jest zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych (zasiewy mieszane, złożone populacje krzyżówkowe (ZPK). W zróżnicowanym biologicznie łanie siewu mieszanego, występuje lepsze zacienienie powierzchni gleby i większe uzdolnienia konkurencyjne roślin siewu mieszanego w stosunku do chwastów (Creissen i wsp. 2013).

Badania plonu ziarna i zdolności konkurowania roślin z chwastami u ponad 60. odmian pszenicy wykazały, że testowane odmiany pszenicy były bardzo zróżnicowane pod względem zdolności do ograniczenia chwastów. Oznacza to, że problematyka zdolności ograniczania chwastów przez rośliny pszenicy, powinna być uwzględniana w pracach hodowlanych tego gatunku (Murphy i wsp. 2008).

Z kolei spośród analizowanych cech fenotypowych pszenicy jarej, tylko wysokość roślin miała wpływ na zmienność między odmianową w zakresie zdolności ograniczania chwastów, podczas, gdy takie cechy jak: długość koleoptyle, typ krzewienia i wczesny wigor wzrostu roślin, masa 1000 ziaren oraz index powierzchni liścia, jak struktura i architektura łanu nie miały wpływu na zdolności odmian pszenicy jarej do ograniczania występowania chwastów (Murphy i wsp. 2008). Świadczy to, że cechy fenotypowe i inne właściwości odmian pszenicy są zmienne i często uzależnione od specyficznych warunków środowiskowych, a także mogą mieć inną ekspresję u form jarych i ozimych pszenicy.

Allelopatia jest inną właściwością roślin, mającą potencjalne duże znaczenie w ograniczaniu chwastów (Wu i wsp. 1999). Allelopatia jest procesem chemicznym, w wyniku którego rośliny zapewniają sobie przewagę konkurencyjną w odniesieniu do chwastów wpływając bezpośrednio, bądź pośrednio na kiełkowanie, wzrost i rozwój sąsiadujących roślin. Zdaniem wielu autorów istnieje możliwość selekcji odmian roślin z dużą aktywnością allelopatyczną. Reintrodukcja tej właściwości do nowych odmian na drodze hodowlanej może przyczynić się do przywrócenia tej istotnej właściwości roślin, utraconej w dotychczasowych programach hodowlanych.

4.6. Doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian do praktyki

Doświadczalnictwo odmianowe powinno uwzględniać kryteria agronomiczne, środowiskowe i ekonomiczne w rolnictwie, i skutki postępujących zmian klimatu.

Środowiska wybierane do testowania odmian muszą charakteryzować się dużą zmiennością w zakresie czynników glebowych i klimatycznych oraz występowania chorób roślin, i szkodników oraz stresów abiotycznych. Z kolei odmiany dobrane do badań ich przydatności gospodarczej powinny reprezentować jak najszersze spektrum zmienności w zakresie ich właściwości fizjologiczno-wzrostowych i uzdolnień adaptacyjnych.

Niestety, obecnie dominujące systemy badań wartości gospodarczej odmian (WGO), są głównie dostosowane do potrzeb intensywnego rolnictwa konwencjonalnego i w niewielkim stopniu pozwalają na selekcję odmian przydatnych dla pozostałych systemów gospodarowania w rolnictwie.

W Polsce, podobnie jak w innych państwach członkowskich UE, rokrocznie prowadzona jest rejestracja nowych odmian roślin uprawnych pochodzących z kilkunastu krajowych oraz kilkudziesięciu zagranicznych placówek hodowli roślinnej. Badaniem rządowymi i rejestracją odmian roślin zajmuje się Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej k/Poznań (www.coboru.pl).

Odmiany roślin rolniczych wpisywane są do krajowego rejestru (KR) po trwających najczęściej dwa lata badaniach rządowych wartości gospodarczej odmian (WGO) i ocenie ich odrębności, wyrównania i trwałości (OWT). Odmiany roślin warzywnych i sadowniczych wpisywane są do KR, wyłącznie na podstawie badań OWT. Wpisanie odmiany do KR jest podstawą do legalnego obrotu jej materiałem siewnym i uprawą w naszym kraju i we wszystkich państwach członkowskich UE.

Od czasu integracji Polski z UE, w naszym kraju mogą znajdować się w obrocie nasiennym i w uprawie odmiany z wszystkich państw członkowskich, wpisane do

wspólnych katalogów odmian UE (<http://eur-lex.europa.eu/legal/content/pl/AL-L/?uri=OJ:C:2015:404:TOC>).

Precyzyjnie dobrane odmiany będą spełniać ważną rolę w uprawie i ochronie roślin uprawnych. W najbliższych latach przewiduje się znaczny wzrost ich znaczenia w kontekście integrowanej ochrony roślin i uwzględniający potrzeby różnych systemów gospodarowania w rolnictwie. Dzięki badaniom i doświadczeniom odmianowym podczas selekcji odmian przydatnych do rolnictwa konwencjonalnego, możliwy będzie wybór odmian do integrowanej ochrony roślin oraz odmian pozwalających na zmniejszanie nakładów (nawozy, pestycydy, energia, woda i inne).

W związku z powyższym pilnie wymagana jest bardziej pogłębiona współpraca pomiędzy istniejącymi w kraju instytucjami naukowymi z placówkami hodowli roślin, COBORU, ośrodkami doradztwa rolniczego oraz instytucjami i podmiotami uczestniczącymi w realizacji porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO) i rekomendacji odmian do praktyki rolniczej.

4.6.1. Zakres badań odmianowych

Każdego roku w naszym kraju prowadzone są badania przydatności gospodarczej odmian roślin rolniczych, w tym selekcja form odpornych na patogeny i stresy abiotyczne na zestawie ponad 1200 odmian, pochodzących z krajowych i zagranicznych placówek hodowlanych, a mianowicie:

- badania urzędowe (rejestrone) – ok. 600 nowych odmian,
- badania porejestrowe – ok. 600 odmian już zarejestrowanych w kraju lub w innych państwach członkowskich UE.

4.6.2. Porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian

Od 18 lat funkcjonuje w Polsce system porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO) i rekomendacji odmian, utworzony i koordynowany przez COBORU we współpracy z Urzędami Marszałkowskimi i Wojewódzkimi Izdami Rolniczymi, (Gacek, Behnke 2013; <http://www.coboru.pl/dr/index.aspx>).

W ramach systemu doświadczalnego PDO prowadzi się około 1000 polowych doświadczeń odmianowych w ponad 100 punktach doświadczalnych na terenie całego kraju (patrz mapa). W realizacji PDO, oprócz stacji doświadczalnych należących do sieci COBORU, współpracują ze sobą instytucje i podmioty zajmujące się terenowym doświadczalnictwem odmianowym, tj.: jednostki hodowli roślin, ośrodki doradztwa rolniczego, instytuty i uczelnie rolnicze oraz inne podmioty zainteresowane prowadzeniem profesjonalnych doświadczeń odmianowych. Na-

leży podkreślić, że coraz częściej specjalistyczne badania odmianowe prowadzone są też przez rolników w warunkach produkcyjnych.



W systemie doświadczalnym PDO i rekomendacji odmian prowadzi się badania wartości gospodarczej odmian wpisanych do KR i w mniejszym zakresie zarejestrowanych w państwach członkowskich UE. Na podstawie wyników badań PDO, we wszystkich województwach tworzy się Listy Odmian Zalecanych do uprawy zwanych też listami odmian rekomendowanych (<http://www.coboru.pl/dr/rekomendacja.aspx>).

Oprócz wymienionych wyżej prac należy zintensyfikować specjalistyczne badania odmianowe na rzecz integrowanej ochrony roślin dotyczące:

- określania odporności odmian na stresy biotyczne i abiotyczne, w różnych środowiskach uprawowo-klimatycznych;

- oceny zmienności wysokości i stabilność plonowania oraz adaptacyjności odmian roślin uprawnych, na podstawie interakcji genotypowo-środowiskowych (GxE) oraz interakcji (GxE \times M), (gdzie M = intensywność uprawy odmiany);
- oceny i selekcji odmian przydatnych dla różnych kierunków gospodarowania w rolnictwie tj. rolnictwa konwencjonalnego, niskonakładowego i ekologicznego;
- selekcji złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK) i innych heterogenicznych materiałów hodowlanych dla zachowania bioróżnorodności i ochrony środowiska naturalnego;
- selekcji odmian tolerancyjnych na gwałtowne fluktuacje klimatyczne związane ze zmianą klimatu.

Równoległe do opisywanych wyżej badań i doświadczeń odmianowych niezbędne będą działania i prace badawcze zmierzające do poprawy efektywności stosowania odmian odpornych na choroby w praktyce rolniczej, w tym w ramach integrowanej ochrony roślin.

4.7. Zarządzanie odpornością roślin na choroby i stresy biotyczne w warunkach produkcyjnych

Obecnie, na polach uprawnych obsianych monokulturami zawężonych genetycznie pojedynczych odmian, prawie całkowicie zostały wyeliminowane biologiczne mechanizmy samoregulacji występujące w zróżnicowanych genetycznie pierwotnych ekosystemach roślinnych (Ives i Carpenter 2007; Costanzo i Barberi 2014).

Do najważniejszych z mechanizmów samoregulacji oddziałujących pozytywnie na rośliny uprawne, zaliczamy:

- potencjał środowiskowy roślin wynikający z zakresu ich zmienności genotypowej i fenotypowej;
- zjawisko komplementacji związane z wzajemnym uzupełnianiem się roślin podczas ich wzrostu i rozwoju w warunkach dużego zróżnicowania biologicznego;
- zjawisko kompensacji występuje w sytuacjach, gdy rośliny bardziej zaadaptowane do otaczających warunków efektywniej wykorzystują dane środowisko, kosztem sąsiadujących z nimi roślin, mniej dostosowanych do tego środowiska.

Odpowiednie zarządzanie w uprawie odmianami odpornymi na choroby i na inne stresy biotyczne w praktyce produkcyjnej nie jest jeszcze w pełni wykorzystywane do zwiększenia produktywności i zdrowotności upraw rolniczych. W ramach

zarządzania odpornością roślin na stresy biotyczne można wyróżnić następujące kierunki działań:

- wprowadzanie do uprawy w danym gospodarstwie lub rejonie jak największej liczby odmian z różnymi genami i typami odporności na choroby i inne stresy biotyczne;
- podczas doboru odmian do uprawy uwzględnianie struktury chorobotwórczości w populacjach patogenów oraz natury i natężenia występowania innych czynników stresowych;
- zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych.

4.7.1. Zwiększanie różnorodności biologicznej w uprawie roślin

Dla zwiększenia skuteczności i trwałości odporności odmian w uprawie należy stosować właściwe płodozmiany, zachowywać terminy siewu i zabiegów uprawowych oraz zwiększać, na ile to możliwe, bioróżnorodność na polach roślin uprawnych. Cele te można osiągnąć poprzez równoczesną uprawę wielu odmian w danym gospodarstwie, unikanie monokultur odmianowych oraz w coraz większym zakresie wprowadzanie do uprawy rozmaitych wewnątrz- i międzygatunkowych zasiewów mieszanych oraz opisanych wcześniej złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK).

Wysokość i stabilność plonowania odmian roślin uprawnych jest ściśle związana z ich właściwościami fenologicznymi, morfologicznymi i odpornością na stresy biotyczne i abiotyczne. O wysokości, a zwłaszcza stabilności plonowania upraw decyduje interakcja pomiędzy odmianą, środowiskiem i poziomem intensywności uprawy określana powszechnie interakcją GxExM. Stąd, dla ujawnienia powyższych zależności niezbędnym rozwiązaniem jest prowadzenie odpowiedniego systemu doświadczalnictwa odmianowego, uwzględniającego powyższe interakcje. Dzięki takiemu postępowaniu można bardziej precyzyjnie dobrać odmiany do uprawy w różnych warunkach (Cooper i wsp. 2006).

W uprawie roślin powinno dążyć się do maksymalnego zwiększania bioróżnorodności upraw roślinnych. Można to osiągnąć wieloma sposobami opisanymi wcześniej. Takie postępowanie jest też niezbędnym elementem w integrowanej ochronie roślin prowadzącym do znacznego obniżenia występowania organizmów szkodliwych i zachwaszczania we współczesnych uprawach roślin. Daje również możliwości drastycznego obniżenia stosowania drogiej i niebezpiecznej dla środowiska pestycydów.

4.7.2. Stosowanie zasiewów mieszanych roślin dla zwiększenia bioróżnorodności

Sposobem różnicowania i jednocześnie zwiększenia trwałości odporności genetycznej odmian w warunkach produkcyjnych jest ich uprawa w rozmaitych typach zasiewów mieszanych. Zasiewy mieszane to zarówno międzygatunkowe

mieszanki (głównie zbożowo-zbożowe i zbożowo-strączkowe), jak i mieszanki odmianowe w obrębie jednego gatunku (np. pszenicy czy jęczmienia).

Uprawa roślin w zasiewach mieszanych przyczynia się do zwiększenia bioróżnorodności na polach uprawnych. Dzięki zwiększonej różnorodności ładu następuje lepsze wykorzystanie naturalnych zasobów środowiska i uruchomienie biologicznych mechanizmów regulacji nasilenia występowania organizmów szkodliwych i tolerancji oraz zdolności buforowania innych stresów biotycznych i abiotycznych. Redukcje chorób w siewach mieszanych wynoszą od kilkunastu do kilkudziesięciu procent, w porównaniu do ich występowania na komponentach mieszanki w siewie czystym (Finckh i wsp. 2000).

Duże areale pojedynczych odmian (monokultury odmianowe) z pokrewnymi bądź identycznymi typami genetycznej odporności na choroby, sprzyjają szybkiemu rozprzestrzenianiu się ras fizjologicznych porażających je patogenów. Proces adaptacji patogenów roślin do odmian uprawnych przebiega tym szybciej, im większy areal zajmują one w produkcji. Skutkiem tego są często występujące przypadki „załamania” się odporności odmian, coraz groźniejsze epifitozy, niewierność plonowania i ich przedwczesne wycofanie z produkcji.

Zwiększona zdrowotność, jak i pozostałe czynniki pozachorobowe ograniczają do minimum potrzebę stosowania kosztownych zabiegów fungicydowych w zasiewach mieszanych. Zróżnicowanie biologiczne sprzyja lepszemu wykorzystaniu warunków siedliskowych i agrotechnicznych przez mieszanki, co wyraża się wyższym i stabilniejszym ich plonowaniem od kilku do kilkunastu procent w porównaniu do odmian wysianych w siewie czystym (Gacek 1990; Tratwal i Walczak 2010). Często przy mniejszym nawożeniu, plon mieszanek jest większy, niż pojedynczych odmian (Michalski i wsp. 2004).

Większa stabilność plonowania i zmniejszona podatność na choroby należą do powszechnie udokumentowanych korzyści ze zwiększonej bioróżnorodności w rolnictwie.

4.7.3. Mechanizmy redukcji chorób w łanie siewu mieszanego

W przeciwieństwie do monokultur odmianowych w genetycznie zróżnicowanych zasiewach mieszanych zaobserwowano efekty działania rozmaitych epidemiologicznych mechanizmów redukcji chorób i czynników pozachorobowych, (Finckh i Mundt 1992; Gacek i wsp. 1996; Noworolnik 2000; Rudnicki 1994; Tratwal i Walczak 2010; Szempliński i Budzyński, 2011; Newton i Guy 2011; Walczak i wsp. 2011).

Do najważniejszych z nich zaliczamy:

- zmniejszenie ilości tkanki podatnej na jednostce powierzchni ładu;
- działanie roślin odpornych jako „barier” fizycznych dla części awirulentnego materiału zakaźnego;

- zjawisko indukowanej odporności (immunizacji biologicznej);
- efekty wynikające z istnienia dwóch poziomów odporności genetycznej (główne geny odporności + różne tła genetyczne) odmian w siewie mieszanym;
- istnienie różnic w poziomach odporności częściowej odmian komponentów;
- efekty epidemiologiczne wynikające ze zjawisk auto- i alloinfekcji w łanie siewu mieszanego;
- interakcje pomiędzy zjawiskami chorobowymi (epidemicznymi) a czynnikami ekologicznymi – „pozachorobowymi” (komplementacja, kompensacja, konkurencyjność, agresywność i in.).

Zmniejszona efektywność materiału zakaźnego w rozwoju epidemii chorób w łanie siewu mieszanego wynika stąd, że zarodniki wytwarzane na roślinach jednej z dwóch lub trzech odmian występujących w mieszankach, nie są w stanie zainfekować pozostałych odmian dzięki barierom genetycznym.

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

Odporność indukowana (nabyta) polega na nabyciu odporności w następstwie wcześniejszego kontaktu żywiciela z patogenem. Zjawisko indukowanej odporności polega na tym, że rośliny odmian podatnych na określone rasy fizjologiczne, po wielokrotnym kontakcie – zakażeniu przez rasy awirulentne, nabywają odporność w stosunku do ras wirulentnych. Zdaniem niektórych badaczy w mieszankach panują szczególnie sprzyjające warunki dla wystąpienia indukowanej odporności (Wolfe 1990).

4.7.4. Pozachorobowe zjawiska/interakcje w łanie siewu mieszanego

Efekt komplementacji związany jest z wzajemnie korzystnym oddziaływaniem na siebie roślin poszczególnych składników siewu mieszanego w sezonie wegetacyjnym. Zjawisko to przyczynia się do pełniejszego wykorzystania przestrzeni życiowej (woda, składniki pokarmowe, światło) przez rośliny w siewie mieszanym (Wolfe 1990; Hajilar i wsp. 2008).

Efekt kompensacji polega na lepszym wykorzystaniu przez jeden z komponentów mieszanki przestrzeni życiowej, która z różnych powodów nie została w pełni wy-

korzystana przez pozostałe komponenty siewu mieszanego (Wolfe 1990; Finckh i Mundt 1992; Creissen i wsp. 2013).

Zjawiskiem konkurencji określamy właściwość odmiany, która charakteryzuje się przeważnie szybszym rozwojem w niektórych fazach np.: w fazie krzewienia, w wyniku czego takie osobniki, opanowując przestrzeń życiową ograniczają rozwój pozostałych składników mieszanki. Udowodniono, że konkurencyjność pomiędzy roślinami różnych odmian może prowadzić do zwiększenia się bądź zmniejszenia się liczby roślin odpornych lub podatnych w mieszance, w zależności od ich uzdolnień konkurencyjnych, (Finckh i Mundt 1992; Wolfe i wsp. 2008).

Badania nad wpływem uprawy mieszanek odmian na populację *B. graminis* f. sp. *hordei* wykazały, że dzięki zróżnicowanej odporności genetycznej występującej w mieszankach działają one stabilizująco na skład ras populacji tego patogena. W mieszankach odmian, w przeciwieństwie do zasiewów czystych występują warunki sprzyjające dominacji liczebnej ras patogenów o bardziej złożonym spektrum chorobotwórczości. Populacje patogenów w zróżnicowanych genetycznie mieszankach są bardziej złożone pod względem patogeniczności dlatego, w łanie siewu mieszanego panują mniej sprzyjające warunki do dominacji i szybkiego rozprzestrzenienia się pojedynczych ras o wąskim spektrum chorobotwórczości (Finckh i Mundt 1992). Między innymi dlatego w siewach mieszanych spowolnione jest zjawisko „załamania się” odporności odmian na choroby.

4.7.5. Dobór składów odmian do siewów mieszanych

Dobór odmian do mieszanek, zarówno międzygatunkowych, jak i w obrębie tego samego gatunku nie może być przypadkowy. Komponowanie składu mieszanki muszą poprzedzać badania epidemiologiczno-genetyczne, zwłaszcza wyprzedzające doświadczenia polowe mające na celu określenie przydatności występujących na rynku odmian komercyjnych do uprawy w zasiewach mieszanych. Komponenty mieszanki powinny odznaczać się właściwościami wzrostowymi, adaptacyjnymi, agronomicznymi i użytkowymi, pozwalającymi na ich uprawę w siewie mieszanym. Ważnym kryterium doboru odmian do siewu mieszanego powinno być ich zróżnicowanie pod względem posiadanych przez nie typów odporności genetycznej na choroby. Powinny to być odmiany (gatunki) z różnymi typami genetycznej odporności na najważniejsze choroby i odznaczające się przydatnością do uprawy w siewach mieszanych (Gacek i wsp. 1996).

W przypadku mieszanek zbożowo-strączkowych, w których występuje jeszcze większe zróżnicowanie we właściwościach i wymaganiach roślin komponentów, potrzebna jest też większa znajomość ich reakcji na czynniki środowiskowe i interakcje pomiędzy roślinami komponentami siewu mieszanego.

4.8. Znaczenie odmiany w integrowanej ochronie roślin

Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi integrowana ochrona roślin obejmuje wszystkie dostępne działania i metody ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w tym stosowanie przede wszystkim działań lub metod niechemicznych, a w szczególności:

- stosowanie płodozmianu, terminu siewu, sadzenia, lub obsady roślin, w sposób ograniczający występowanie organizmów szkodliwych;
- stosowanie agrotechniki w sposób ograniczający występowanie organizmów szkodliwych, w tym stosowanie mechanicznej ochrony roślin;
- wykorzystanie odmian odpornych lub tolerancyjnych na organizmy szkodliwe oraz materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie, zgodnie z przepisami o nasiennictwie;
- wykorzystanie odmian odpornych lub tolerancyjnych na stresy abiotyczne oraz odmian przystosowanych do wystąpienia negatywnych skutków zmian klimatu;
- przeciwdziałanie uodpornianiu się organizmów szkodliwych na pestycydy poprzez właściwe wykorzystanie odmian odpornych oraz właściwe i przemienne stosowanie pestycydów.

Inną formą postępowania prowadzącą do zwiększenia podaży odpowiednich odmian odpornych do integrowanej ochrony roślin może być prowadzenie specjalistycznych szkółek odmianowych i obserwacji w celu weryfikacji naturalnej odporności genetycznej odmian w warunkach prowokacyjnych. Niezbędnym działaniem są także badania nad integracją walki genetycznej (odmiany odporne) z walką chemiczną (zaprawianie, opryskiwanie) w celu poprawy skuteczności i trwałości metod ochrony roślin przy jednoczesnym zmniejszeniu zagrożenia dla środowiska naturalnego. Integracja walki genetycznej z chemiczną, oprócz ograniczania agrofagów, pozwoli na spowolnienie tempa uodporniania się patogenów na genetyczną odmian odpornych i substancje czynne fungicydów. W przypadku integracji obu metod zwalczania chorób, rasy fizjologiczne patogenów w procesie adaptacyjnym do wprowadzanych metod walki muszą dostosować się równocześnie do odporności genetycznej i substancji czynnej fungicydów. W takich sytuacjach pojawianie się ras fizjologicznych patogenów dostosowanych do obu metod walki jest mało prawdopodobne, co powoduje, że procesy adaptacyjne w populacjach patogenów są spowolnione.

Dla poprawy efektywności integrowanej ochrony roślin konieczna jest dalsza integracja wszystkich dostępnych metod ograniczania organizmów szkodliwych, a w szczególności metody hodowlanej (odmiany odporne) z metodą chemiczną oraz z odpowiednią agrotechniką i uprawą roślin (Barzman i wsp. 2015). Taka integra-

cja przyczyni się do skutecznego ograniczania agrofagów oraz spowolnienia tempa uodporniania się patogenów, które będą zmuszone dostosować się równocześnie do odporności genetycznej i substancji czynnej fungicydów w procesie adaptacyjnym do wprowadzanych przeciwko nim metod walki. (Finkch 2009).

Właściwie prowadzona hodowla odpornościowa na choroby powiązana z badaniami nad sposobami pełniejszego wykorzystania odmian odpornych w produkcji wraz z odpowiednim doświadczalnictwem odmianowym, będą miały kluczowe znaczenie w realizacji programu integrowanej ochrony roślin

4.8.1. Bieżąca dostępność odmian do integrowanej ochrony roślin

W tabeli 3 zestawiono odmiany roślin uprawnych odznaczające się wysoką i podwyższoną odpornością genetyczną na najważniejsze choroby roślin uprawnych, stąd mogą być one stosowane w integrowanej ochronie roślin. Odporność tych odmian została określona w trakcie różnych doświadczeń odmianowych prowadzonych na terytorium całego kraju. Dzięki wprowadzeniu ich do uprawy ograniczone zostanie występowanie rozmaitych patogenów i zmniejszone będą straty gospodarcze związane z występowaniem chorób roślin uprawnych powodowanych przez te patogeny.

Tabela 3

Odporność odmian roślin rolniczych na choroby i szkodniki

| Roślina uprawna | Choroba | Odmiana | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | o dużej (większej) odporności | o bardzo dużej odporności |
| JĘCZMIENI JARY | Mączniak prawdziwy | <i>Żeglarz, Toucan</i> | - |
| | Plamistość siatkowa | - | - |
| | Rynchosporioza | - | - |
| | Czarna plamistość | - | - |
| | Rdza jęczmienia | <i>Marthe, Signora</i> | - |
| | Głownia pyłąca | - | - |
| JĘCZMIENI OZIMY | Pleśń śniegowa | - | - |
| | Mączniak prawdziwy | - | - |
| | Plamistość siatkowa | - | - |
| | Rynchosporioza | - | - |
| | Czarna plamistość | - | - |
| | Rdza jęczmienia | - | - |
| PSZENICA ZWYCZAJNA JARA | Głownia pyłąca | - | - |
| | Choroby podstawy źdźbła | - | - |
| | Mączniak prawdziwy | - | - |
| | Rdza brunatna | <i>Tybalt, KWS Torridon</i> | - |
| | Rdza źdźbłowa | - | - |

| Roślina uprawna | Choroba | Odmiana | |
|--------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------|
| | | o dużej (większej) odporności | o bardzo dużej odporności |
| PSZENICA ZWYCZAJNA JARA | Brunatna plamistość liści (DTR) | – | – |
| | Septorioza liści | – | – |
| | Septorioza plew | – | – |
| | Fuzarioza kłosów | – | – |
| PSZENICA ZWYCZAJNA OZIMA | Choroby podstawy źdźbła | – | – |
| | Mączniak prawdziwy | <i>Kredo, Speedway, Arktis</i> | – |
| | Rdza brunatna | <i>Elipsa, KWS Dacanto, Oxal, KWS Magic, Speedway, Platin, Pengar</i> | – |
| | Rdza źdźbłowa | – | – |
| | Brunatna plamistość liści (DTR) | – | – |
| | Septorioza liści | <i>Oxal</i> | – |
| | Septorioza plew | <i>Legenda</i> | – |
| PSZENŻYTO JARE | Rdza brunatna | – | – |
| | Rynchosporioza | – | – |
| | Septorioza liści | – | – |
| | Septorioza plew | – | – |
| | Fuzarioza kłosów | – | – |
| PSZENŻYTO OZIME | Choroby podstawy źdźbła | – | – |
| | Mączniak prawdziwy | <i>Grenado, Pizarro, Subito, Tomko, Wiarus</i> | – |
| | Rdza brunatna | <i>Mikado</i> | – |
| | Rynchosporioza | – | – |
| | Brunatna plamistość liści (DTR) | – | – |
| | Septorioza liści | <i>Wiarus</i> | – |
| | Septorioza plew | <i>Tomko, Palermo</i> | – |
| | Fuzarioza kłosów | <i>Transfer</i> | – |
| OWIES | Mączniak prawdziwy | – | – |
| | Rdza wieńcowa | – | – |
| | Rdza źdźbłowa | – | – |
| | Helmintosporioza | – | – |
| | Septorioza liści | – | – |
| ŻYTO OZIME | Choroby podstawy źdźbła | – | – |
| | Mączniak prawdziwy | – | – |
| | Rdza brunatna | <i>Rostockie, Agrikolo</i> | – |
| | Rdza źdźbłowa | – | – |
| | Rynchosporioza | – | – |
| | Septorioza liści | – | – |
| | Septorioza plew | – | – |
| Fuzarioza kłosów | <i>Stach</i> | – | |

| Roślina uprawna | Choroba | Odmiana | |
|-----------------|------------------------------|---|--|
| | | o dużej (większej) odporności | o bardzo dużej odporności |
| KUKURYDZA | Fuzarioza łodyg | <i>DKC 2787, ES Zizou, Coxximo, ES Albatros, Millesim, P9400</i> | <i>Podium, LG 3236, Santurio</i> |
| | Fuzarioza kolb | <i>ES Cirrius, Jawor, Konkurent, Support, Amanatidis, ES Paroli, SY Multitop, Alduna, P9400, PR38N86, Severo</i> | – |
| | Głownia guzowata na łodygach | <i>Jawor, DKC 2960, NK Nekta, Alduna, Geoxx, KWS 5133 ECO, Lindsey, PR38Y34, Severo, Lavena</i> | <i>Konsulixx</i> |
| | Głownia guzowata na kolbach | <i>DKC 2971, Laurinio, Smolik, Amanatidis, MT Maksym, Consulixx, ES Makila</i> | – |
| | Omacnica prosowianka | <i>DKC 2971, MAS 15P, ES Cockpit, LG 3236, dkc 3420, PR38Y34</i> | – |
| BURAK CUKROWY | Chwościk buraka | <i>Argument, Delano, Elvira KWS, Primavera KWS, Silvetta, Jasiek</i> | <i>Alegra, Gallant, SY Belana, Steffka KWS</i> |
| | Mątwik buraka | – | <i>Sława KWS</i> |
| | Rizomania | <i>wszystkie nowo rejestrowane odmiany</i> | – |
| BURAK PASTEWNY | Rizomania | <i>Centurion</i> | – |
| ZIEMNIAK | Zaraza ziemniaka | 8°: <i>Bzura, Kuras, Ślęza</i> 7°: <i>Bosman, Hinga, Jasia, Inwestor, Neptun, Sekwana, Sonda;</i> | – |
| | Wirus Y | 8°: <i>Aruba, Bartek, Bogatka, Jutrzenka, Lavinia, Malaga, Orchestra, Promyk, Sagitta, Tetyda, Syrena, Danuta, Gandawa, Neptun, Pasja, Sekwana, Etiuda, Jurata, Stasia</i> 7°: <i>Denar, Lord, Milek, Bila, Gracja, Vineta, Vitara, Ibis, Irga, Roxana, Tajfun, Glada, Harpun, Medea, Zeus, Bosman, Ikar, Inwestor, Pokusa, Monsun, Michalina, Gawin, Gwiazda, Jubilat, Hubal;</i> | 9°: <i>Owacja, San-te, Kuba, Pasat, Rumpel, Zuzanna, Roko, Bzura, Hinga, Jasia, Kuras, Rudawa, Skawa, Ametyst, Finezja, Gustaw, Zenia</i> |
| | Wirus liściozwoju | 8°: <i>Augusta, Vineta, Bartek, Irga, Bellarosa</i> 7°: <i>Denar, Lord, Ewelina, Malaga, Owacja, Agnes, Ditta, Finezja, Raja, Satina, Tajfun, Harpun, Bryza, Fianna, Bosman, Jasia, Pasja, Sekwana, Skawa, Gwiazda, Gawin, Stasia, Gustaw</i> | – |

| Roślina uprawna | Choroba | Odmiana | |
|---|---|---|---------------------------|
| | | o dużej (większej) odporności | o bardzo dużej odporności |
| RZEPAK OZIMY | Zgnilizna twardzikowa | <i>Arot, DK Exquisite, Finesse, Pamela, Primus, SY Cassidy</i> | – |
| | Sucha zgnilizna kapustnych | <i>DK Exquisite, Lohana, Marathon, Pamela, Sherpa, SY Carlo, SY Cassidy</i> | – |
| | Choroby podstawy łodygi | <i>Catana, Finesse, Lohana, Pamela, SY Cassidy, Tactic</i> | – |
| RZEPAK JARY | Czerń krzyżowych | <i>Belinda, Delight, Huzar, Mirakel</i> | |
| GROCH SIEWNY (odmiany ogólnoużytkowe) | Zgorzelowa plamistość grochu (Askochytoza grochu) | <i>Ezop, Tarchalska, Mentor</i> | |
| | Fuzaryjne wędnięcie grochu | <i>Batuta, Mentor, Ezop</i> | |
| | Mączniak rzekomy | <i>Batuta, Mentor</i> | |
| GROCH SIEWNY (odmiany pastewne) | Zgorzelowa plamistość grochu (Askochytoza grochu) | <i>Sokolik, Turnia, Muza</i> | |
| | Fuzaryjne wędnięcie grochu | <i>Sokolik, Muza</i> | |
| ŁUBIN WĄSKOLISTNY | Fuzaryjne wędnięcie grochu | <i>Graf, Boruta, Kalif</i> | |
| ŁUBIN ŻÓŁTY | Fuzaryjne wędnięcie grochu | <i>Baryt, Mister, Dukat, Lord</i> | |

Wykaz odmian z podwyższoną odpornością na choroby jest aktualizowany na bieżąco.

4.8.2. Modyfikacje badań odmianowych dla potrzeb integrowanej ochrony roślin

Dla poprawy efektywności wykorzystania odmian odpornych na agrofagi, w uprawie i integrowanej ochronie roślin, koniecznym jest ustawiczne modyfikowanie i doskonalenie prowadzonych badań odmianowych. Do najważniejszych kierunków działań w tym zakresie można zaliczyć:

- ustalanie hierarchii ważności gospodarczej chorób roślin w najważniejszych gatunkach roślin uprawnych;
- dostosowanie metodyk i skal oceny porażenia roślin uprawnych przez choroby do bieżących potrzeb;
- właściwą interpretację uzyskiwanych wyników badań odporności poszczególnych odmian, w kontekście dużego zróżnicowania poziomów występowania chorób, w latach i w miejscowościach;
- określanie geograficznego rozprzestrzeniania się epidemii najważniejszych chorób roślin;

- wytypowanie rejonów i miejscowości, w których poszczególne choroby występują regularnie, w nasileniu pozwalającym na efektywną ocenę zróżnicowania testowanych odmian pod względem odporności na choroby i inne agrofagi;
- wytypowanie punktów referencyjnych regularnego występowania chorób, które pozwolą na poznanie rzeczywistej odporności genetycznej odmian na najważniejsze choroby roślin uprawnych.

Inną formą postępowania prowadzącą do zwiększenia podaży odpowiednich odmian odpornych do integrowanej ochrony roślin może być prowadzenie specjalistycznych szkółek odmianowych i obserwacji, w celu weryfikacji naturalnej odporności genetycznej odmian w warunkach prowokacyjnych.

Tabela 4

Zakres zróżnicowania odporności na choroby i szkodniki odmian kukurydzy

| Grupa wczesności | Głównia guzowata na kolbach | | | Fuzarioza łodyg | | | Fuzarioza kolb | | | Wyleganie | | | Omacnica prosowianka | | |
|------------------|-----------------------------|------|------|-----------------|------|------|----------------|------|------|-----------|------|------|----------------------|------|------|
| | % | | | % | | | % | | | % | | | % | | |
| | min. | max. | róż. | min. | max. | róż. | min. | max. | róż. | min. | max. | róż. | min. | max. | róż. |
| wczesna | 0,1 | 1,3 | 1,2 | 4,4 | 15,8 | 11,4 | 6,2 | 18,8 | 12,6 | 1,2 | 7,8 | 6,6 | 12,4 | 24,4 | 12,0 |
| średnio-wczesna | 0,0 | 1,2 | 1,2 | 3,6 | 18,8 | 15,2 | 5,2 | 13,1 | 7,9 | 1,7 | 6,9 | 5,2 | 13,1 | 24,5 | 11,4 |
| średnio-późna | 0,0 | 1,8 | 1,8 | 2,5 | 12,4 | 9,9 | 5,0 | 13,6 | 8,6 | 1,9 | 6,5 | 4,6 | 10,2 | 17,4 | 7,2 |

W tabeli 4 przedstawiono odnotowane zakresy odporności poszczególnych odmian kukurydzy na choroby i szkodniki. Tak duże zróżnicowanie w stopniach porażenia poszczególnych odmian przy tej samej, wystarczająco wysokiej presji chorób i szkodników pozwalają na efektywną selekcję odmian odpornych.

Odmiany wykazujące się odpornością na poszczególne patogeny i szkodniki wyselekcjonowane w takich warunkach można rekomendować w innych środowiskach uprawy do integrowanej ochrony kukurydzy.

Duże geograficzne zróżnicowanie w zakresie występowania chorób pozwala na wytypowanie miejscowości referencyjnych, nadających się do prowadzenia skutecznej selekcji odmian odpornych na poszczególne choroby i stresy abiotyczne (tabela 5). Spośród trzynastu miejscowości, w których badano odporność łubinu żółtego na antraknozę, jedynie w trzech miejscowościach (Sulejów, Krościna Mała i Naroczyce), choroba występowała w nasileniu umożliwiającym selekcję odmian łubinu do poszczególnych grup odporności na antraknozę. Biorąc pod uwagę od-

notowane poziomy porażenia odmian, najbardziej optymalną miejscowością do efektywnej oceny porażenia łubinu na wymienioną chorobę jest Sulejów. Z kolei w miejscowości Lubliniec Nowy wystąpiło zbyt silne porażenie uniemożliwiające uszeregowanie badanych odmian pod względem odporności. W pozostałych miejscowościach choroba nie wystąpiła w ogóle albo w zbyt słabym nasileniu, aby można było sklasyfikować odmiany łubinu pod względem tej cechy (tabela 5).

Tabela 5

Zakres zróżnicowania poziomów nasilenia występowania antraknozy na łubinie żółtym

| ŁUBIN ŻÓŁTY. ANTRAKNOZA (skala 1-9). Rok zbioru 2013 | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------------|---------|---------|---------------|--------------|-------|----------------|---------------|-----------|
| Lp. | miejscowość | Świebodzin | Bobrowniki | Marianowo | Ruska Wieś | Nowa Wieś Ujska | Głodowo | Sulejów | Tomaszów Bol. | Cicibór Duży | Uhnin | Nowy Lubliniec | Krościna Mała | Naroczyce |
| 1. | Perkoz | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,2 | 7,2 | 2,2 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 1,0 | 7,5 | 6,5 |
| 2. | Taper | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 8,0 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 8,0 | 1,0 | 6,5 | 8,2 |
| 3. | Baryt | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,8 | 8,2 | 8,0 | 3,2 | 8,5 | 7,2 | 7,5 | 1,0 | 6,5 | 5,8 |
| 4. | Dukat | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 7,8 | 7,5 | 3,8 | 8,5 | 6,8 | 7,5 | 1,0 | 6,2 | 5,2 |
| 5. | Lord | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 7,8 | 6,2 | 6,0 | 1,5 | 6,2 | 7,2 | 6,5 | 1,0 | 5,5 | 3,5 |
| 6. | Mister | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 7,8 | 8,0 | 7,5 | 5,2 | 9,0 | 9,0 | 7,5 | 1,0 | 6,8 | 6,8 |
| 7. | Talar ^w | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,8 | 7,8 | 7,5 | 3,5 | 8,2 | 8,2 | 7,0 | 1,0 | 6,2 | 5,2 |
| 8. | Bursztyn | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,2 | 7,0 | 4,2 | 8,0 | 8,0 | 7,0 | 1,2 | | |
| Plon średni w SDOO | | 22,1 | 14,8 | 20,0 | 11,6 | 21,8 | 25,8 | 9,6 | 11,0 | 10,9 | 8,2 | 0,0 | 24,0 | 18,0 |

4.9. Podsumowanie

Współczesne odmiany roślin uprawnych są zbyt mało zróżnicowane pod względem właściwości genetycznych, fizjologicznych i fenotypowych. Najczęściej są to odmiany dostosowane do uprawy w monokulturach, wymagających nadmiernych nakładów energii, wody i syntetycznych środków produkcji.

W Europie hodowla odpornościowa roślin jest ukierunkowana na tworzenie odmian z podwyższoną, kompleksową odpornością na większość ważnych gospodarczo chorób poszczególnych gatunków roślin uprawnych. Hodowcy podstawowych gatunków roślin modyfikują programy hodowlane w celu utrzymania wysokiej produktywności tych gatunków w czasie i przestrzeni w związku ze zmiennością występowania chorób, szkodników i stresów abiotycznych. Spektrum i nasilenie występowania chorób oraz innych organizmów szkodliwych, a także stresów

abiotycznych jest w dużym stopniu uzależnione od zmienności czynników środowiskowych i pogodowych, związanych z klimatem. Hodowla odmian odpornych, tak jak cała hodowla roślin jest procesem ciągłym, wymagającym ustawicznego korygowania kierunków i metod hodowlanych, w zależności od zmieniających się uwarunkowań zewnętrznych.

Hodowla roślin, zwłaszcza hodowla odpornościowa jest coraz ściślej zintegrowana z systemami uprawy odmian w warunkach produkcyjnych. Takie podejście przyczyni się do zwiększenia wysokości i stabilności plonowania upraw, głównie dzięki zwiększeniu bioróżnorodności w warunkach produkcyjnych. W obliczu zachodzących zmian klimatu i coraz częstszym pojawianiem się silnych stresów biotycznych i abiotycznych, istnieje pilna potrzeba podjęcia działań łagodzących ujemne skutki pojawiających się niekorzystnych zjawisk w rolnictwie.

W celu dalszego utrzymania odpowiedniej wysokości i stabilności plonowania upraw niezbędna jest integracja i harmonizacja wysiłków badawczych, hodowlanych i modyfikacji w zakresie uprawy roślin pod kątem zwiększania bioróżnorodności biologicznej.

W pracach hodowlanych należy ukierunkować programy hodowlane na tworzenie odmian o zwiększonej różnorodności genetycznej pozwalającej na przystosowanie odmian do:

- uprawy w mniej przewidywalnych warunkach środowiskowych i pogodowych;
- buforowania i szybkiego regenerowania się po wystąpieniu silnych stresów, zwłaszcza abiotycznych (susza, niskie temperatury i in.);
- wysokiego i stabilnego plonowania w warunkach ograniczonej dostępności zasobów naturalnych i syntetycznych środków produkcji;
- wykorzystania w integrowanej ochronie roślin i w zrównoważonych systemach gospodarowania.

5. METODY MECHANICZNE I FIZYCZNE

Niegdyś w ochronie roślin wykorzystywano metody mechaniczne i fizyczne, które były jedynymi zaleceniami pozwalającymi na ograniczenie liczebności i ochronę upraw przed organizmami szkodliwymi. Rozwój metody chemicznej, biologicznej i hodowlanej, a także zmiany socjalne na wsi, zmniejszająca się liczba ludności pracującej w rolnictwie doprowadziły do ograniczenia tych metod głównie z powodu ich pracochłonności. Jednak nadal mogą one stanowić ważne uzupełnienie lub alternatywę dla pozostałych metod ochrony roślin.

5.1. Metoda mechaniczna

Metoda mechaniczna jest najstarszym i najprostszym sposobem zwalczania chorób, szkodników i chwastów polegającym m.in. na zbieraniu i niszczeniu szkodników, usuwaniu chorych organów roślin oraz pieleniu, czyli niszczeniu chwastów. Powodzenie tych działań wymagało np. jednoczesnego zbioru szkodnika na dużych powierzchniach. Jeszcze przed II wojną światową w Wielkopolsce Stacja Ochrony Roślin organizowała zbiórkę chrabąszczy w latach ich masowych pojawów, angażując do tej akcji młodzież szkolną. W czasie nalotu stonki ziemniaczanej na Polskę pod koniec lat 40. ubiegłego wieku w całym kraju wprowadzono obowiązek lustracji pól ziemniaków na obecność szkodnika. Akcja ta bezsprzecznie opóźniła migrację stonki w Polsce, ale była już niewystarczająca przy masowym nalocie szkodnika w początkach lat 50.

W ramach tej metody zalecano zbieranie i niszczenie w sadach złóż jaj pierścienicy nadrzewki, gniazd zimujących kuprówki rudnicy, niestrzępa głogowca i innych szkodników, a także usuwanie zмумifikowanych owoców. Obecnie zbieranie i niszczenie szkodników i ich stadiów zimujących jest zwykle ograniczone do ogrodów przydomowych i ogródków działkowych.

Elementem metody mechanicznej jest ochrona upraw przed szkodnikami poprzez wykorzystanie różnego typu przeszkód. W ochronie przed zwierzętami (zające, króliki, sarny, dziki) zalecane jest budowanie ogrodzeń z siatki lub żerdzi. W sadach można owijać pnie drzew słomą, a w ochronie tylko przed zającami wystarczające jest owinięcie pnia kilkoma warstwami papieru. Metodą ograniczania liczebności niektórych szkodników w sadach jest zakładanie opasek lepowych, na które wyląpuje się wędrujące po pniu samice piędzika przedzimka. Inny typ opasek – papier karbowany – stosuje się do wyląpywania m.in. gąsienic owocówki jabłkóweczki.

W ramach metody mechanicznej stosuje się odstraszenie szkodników. Dotyczy to głównie ptaków przeciw, którym ustawia się na polu różnego typu „strachy” zmieniając ich wygląd co pewien czas tak, aby ptaki się nie przyzwyczyły. Olbrzymią gamę sposobów stosuje się przy odstraszaniu ptaków od sadów czereśniowych. Obok różnego rodzaju „strachów” umieszcza się nad koronami drzew kolorowe paski, które migocą w słońcu, ustawiane są armatki karbidowe czy odtwarza się nagrane głosy ptaków drapieżnych. Pomysłowość sadowników jest tu olbrzymia, ale i ptaki wyjątkowo szybko przestają reagować na stosowane metody odstraszania.

Kolejną metodą ograniczania liczebności szkodników jest ich wyląpywanie na przynętę lub w pułapki. Kopanie dołów chwytnych wypełnionych nawozem końskim lub liśćmi i zasypane ziemią były jedną z głównych metod walki z turkuciem podjadkiem. W zwalczaniu tego szkodnika w lecie wkopuje się do ziemi na widocznych

trasach jego wędrówek słoiki. W podobny sposób, zakopując w ziemi warzywa, ziemniaki lub obornik walczy się ze szkodnikami glebowymi, drutowce, pędraki. Larwy szkodników gromadzą się w pozostawionych przynętach, skąd wybiera się je co pewien czas. Wykopane rowki wokół warzywników stosuje się w walce ze ślimakami. Lepszy efekt uzyskuje się, wkładając do rowków przynętę lub wypełniając je częściowo wapnem. W zwalczaniu gryzoni stosuje się wiele różnej budowy pułapek mechanicznych. Dodanie przynęty zwiększa skuteczność zabiegu.

Do metody mechanicznej zalicza się także stosowanie pułapek świetlnych lub barwnych: żółtych, niebieskich i białych. Obecnie pułapki te stosuje się głównie w celach rejestracji pojawu i nasilenia szkodników. W sadach pułapki zapachowe stosuje się w monitorowaniu dynamiki występowania ogrodnicy niszczylistki, a pułapki lepowe białe w określaniu pojawu owocnic i szkodników malin, żółte w monitorowaniu pojawu nasionnicy trześniówki i wciornastków oraz niebieskie pozwalające śledzić pojaw wciornastków.

Kolorowe pułapki lepowe stosuje się w szklarniach. W uprawach rolniczych pułapki świetlne służą do monitorowania lotu motyli, a pomalowane na żółto i wypełnione etanolem naczynia do monitorowania m.in. szkodników rzepaku ozimego.

Przedstawione możliwości metody mechanicznej mają obecnie mniejsze zastosowanie w ochronie upraw wielkoobszarowych, ale są ważnym elementem w rejestracji pojawu organizmów szkodliwych.

5.2. Metoda fizyczna

W porównaniu do metody mechanicznej, metoda fizyczna dysponuje znacznie większymi możliwościami zastosowania różnych czynników fizycznych w ochronie roślin. Należą do nich: temperatura (wysoka i niska), promieniowanie (izotopy promieniotwórcze, promienie Roentgena) ultradźwięki, których wykorzystanie omówiono poniżej.

Jednym z powszechnie znanych przykładów wykorzystania temperatury do niszczenia szkodników i patogenów jest termiczne odkażanie gleby/podłoża w szklarniach oraz kompostu na pryzmach. Do tego celu wykorzystuje się różnego typu urządzenia rozprowadzające parę wodną w glebie. W zwalczaniu szkodników wystarczająca jest temperatura 65-70°C, ale ze względu na obecność patogenów, przez 20-30 minut należy utrzymywać jeszcze temperaturę 100°C.

Wysokie temperatury wykorzystywane są również do zaprawiania nasion i odkażania materiału siewnego. W przeszłości termiczne zaprawianie stosowano w zwalczaniu głównej pyłkowej pszenicy i jęczmienia. Do pobudzenia rozwoju grzybni, worki z ziarnem zanurzano na 4 godz. w temperaturze 25-30°C, a następnie około

10 minut trzymano w temperaturze 52°C, co niszczyło grzybnię, ale nie miało to wpływu na zdolność kiełkowania ziarna.

Inny przykład to zanurzenie przed wysadzeniem, w temperaturze 43-44°C, sadzonek truskawek porażonych przez nicienie i roztocza truskawkowego oraz roślin cebulowych porażonych przez rozkruszkę korzeniowego i niszczyka zjadliwego w celu ochrony rośliny przed tymi szkodnikami czy ochrona nasion fasoli przed strąkowcem fasolowym, którego larwy żerują w nasionach. Do zwalczania tego szkodnika polecana jest metoda fizyczna z wykorzystaniem wysokich i niskich (ujemnych) temperatur. Jednak ze względu na koszty, wykorzystanie niskich temperatur ma mniejsze zastosowanie, jedynie w warunkach domowych (umieszczenie nasion w zamrażarce).

Również promieniowanie znalazło szerokie zastosowanie w badaniach i praktyce ochrony roślin. Izotopy promieniotwórcze stanowią dużą pomoc w badaniu biologii szkodników. Dzięki znakowaniu izotopami szkodników można śledzić ich migrację i lokalizować miejsce ich zimowania. Dzięki tej metodzie badano m.in. zachowanie się introdukowanych do Polski wrogów naturalnych stonki ziemniaczanej i określono stopień ich przeżywania w czasie zimy. Izotopami znakuje się też substancje czynne środków ochrony roślin dzięki czemu można śledzić ich los po wnikięciu do tkanek rośliny.

Promienie Röntgena wykorzystano w walce z bardzo groźnym pasożytem bydła i zwierzyny płowej (łoś, jeleń), muchówką *Callitroga hominivorax* na Florydzie w USA oraz na maleńkiej wysepce Curacao koło Wenezueli.

W Polsce prowadzono szerokie badania nad możliwością sterylizacji promieniami Röntgena nasionnicy trześniówki. Promienie Roentgena pozwalają też wykrywać obecność szkodników w ziarnie oraz w tkankach roślin.

W prowadzonych na świecie badaniach w zwalczaniu szkodników stosowano też ultradźwięki, fale elektromagnetyczne, promienie nadfioletowe oraz promienie wysyłane przez izotopy promieniotwórcze bez szerszego wykorzystania w praktyce, poza zwalczaniem szkodników magazynowych.

Do metody fizycznej zaliczane są różne sposoby ochrony upraw przed przymrozkami. W uprawach warzyw powszechnie stosuje się przykrywanie na noc rzędów roślin folią, a inspekty przykrywa się matami słomianymi. W ochronie kwitnących sadów, przede wszystkim kwitnących wcześniej brzoskwiń i moreli stosuje się zraszanie wodą, ustawianie w sadzie piecyków, zadymianie, zamgławianie, a także mieszanie powietrza przy użyciu dużych wentylatorów.

Metoda fizyczna obejmuje również wykorzystanie światła, co zostało przedstawione przy omawianiu metody mechanicznej (pułapki świetlne, lepowe pułapki

kolorowe, a także wilgotność (suszenie produktów przed złożeniem w magazynach, utrzymanie wysokiej wilgotności w ograniczaniu rozwoju przędziorków), ciśnienie, kontrolę atmosfery czy pyłów.

Natomiast, w roku 2014 na podstawie opinii Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi do fizycznej metody walki ze szkodnikami został dopuszczony środek Siltac EC, który zawiera w swoim składzie polimery silikonowe. Związki te po oprysku szybko rozmywają się na roślinie i żerujących szkodnikach. Powstała swoista struktura unieruchamia szkodnika, co doprowadza do jego śmierci. Siltac EC jest zalecany w ochronie sadach, uprawach warzyw, roślin ozdobnych w zwalczaniu dużej liczby szkodników oraz mszyc w zbożach.

Podobnymi cechami charakteryzują się dopuszczone do wykorzystania jako środki ochrony roślin Stop Z EC – zawierający olej rybi, Wam Extra PA, gdzie substancją aktywną jest piasek kwarcowy czy Pinoil 012 AL., Promanal 60 EC bądź Treol 770 EC, gdzie substancją aktywną jest olej parafinowy.

6. METODA CHEMICZNA

Metoda chemiczna, a więc stosowanie w ograniczeniu liczebności organizmów szkodliwych i zapobieganiu utracie plonów roślin uprawnych chemicznych środków ochrony roślin stanowi obecnie podstawę ochrony większości upraw na świecie i z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że sytuacja ta nie ulegnie radykalnej zmianie w najbliższych latach. Dlatego też, mając na uwadze powszechne wprowadzenie integrowanej ochrony roślin, istnieje bezwzględna konieczność dobrej znajomości metody chemicznej pozwalającej na właściwy dobór chemicznych środków ochrony roślin, ustalenie optymalnych terminów ich stosowania, wysokości dawek oraz możliwości łącznego ich stosowania. Umiejętność właściwego wykorzystania chemicznych środków ochrony roślin pozwala nie tylko na uzyskanie wysokiej skuteczności zabiegów, ale także na ograniczenie, aż do zupełnego wyeliminowania ubocznego, niekorzystnego wpływu tych zabiegów na człowieka, zwierzęta i środowisko.

6.1. Rozwój chemicznej metody

Konieczność ochrony upraw przed stratami powodowanymi przez szkodniki, choroby roślin i chwasty była znana ludzkości od najdawniejszych czasów. Stosowanie środków chemicznych do walki ze szkodnikami było odnotowane już w starożytności. Na przykład zapiski asyryjskie (X wiek p.n.e.) zawierają informacje o stosowaniu substancji, które w przybliżeniu przypominają karbolineę sadowniczą – środek

zwalczający szkodniki sadów, masowo stosowany również w Polsce od początków XX wieku.

Przez lata człowiek odkrywał właściwości różnych substancji, które mogły być pomocne w zwalczaniu przyczyn strat w plonach roślin uprawnych. Wyciągi z roślin, ekstrakty z ich części, przeważały w tej „historycznej” ochronie roślin. Udokumentowane zastosowanie naparu z tytoniu do zwalczania mszyc – to rok 1763 (Metcalf 1977). Ochrona przy użyciu związków chemicznych o znanej budowie datuje się od XIX wieku. Związki najszerszej stosowane w XIX wieku to zielen paryska (sól podwójna kwasu octowego, metaarsenowego oraz miedzi) – pierwszy preparat do zwalczania stonki ziemniaczanej oraz ciecz bordoska, czyli mieszanina mleka wapiennego (zawiesina wapna gaszonego) z roztworem siarczanu miedzi. Ciecz bordoska, której odkrycie do zwalczania mączniaka rzekomego winorośli opisano w roku 1885 jest stosowana do dziś. W późniejszym okresie odkryto, że wiele związków miedzi ma doskonałe właściwości grzybobójcze i bakteriobójcze, co jest wykorzystywane we współczesnej ochronie roślin, również w rolnictwie ekologicznym.

W historii ochrony roślin z wykorzystaniem związków nieorganicznych swoje miejsce obok już niestosowanych związków np. cyny, arsenu lub rtęci mają związki siarki. Siarka, znana od najdawniejszych czasów, w postaci elementarnej była pierwszym fungicydem stosowanym na liście roślin. Zwalczanie mączniaka właściwego w uprawie brzoskwiń zanotowano w Anglii w roku 1824. Niewiele później w Stanach Zjednoczonych zastosowano po raz pierwszy mieszaninę wapna palonego i siarki – tzw. ciecz kalifornijską. Środek ten również jest stosowany obecnie w ochronie sadów. Różne nieorganiczne związki chloru, fluoru, fosforu powinny być wymieniane jako historyczne preparaty fitofarmaceutyczne.

Pod koniec XIX wieku wprowadzono do stosowania pierwszy syntetyczny pestycyd organiczny – dwunitrokrezolalan potasu. Od tego czasu następuje wielki rozwój syntetycznych, organicznych środków ochrony roślin. Masowa produkcja organicznych pestycydów na całym świecie to już wiek XX. Odkrycie właściwości DDT i 2,4-D w czasie II wojny światowej, a później izomeru gamma sześćchlorocykloheksanu (HCH) zapoczątkowało wzrost produkcji i stosowania tych pestycydów, przyczyniając się do skutecznej eliminacji szkodników w ochronie roślin i ograniczania wielu chorób zakaźnych przenoszonych przez stawonogi w higienie ludzi i higienie weterynaryjnej. Od produkcji herbicydu 2,4-D rozpoczął się wzrost znaczenia walki z chwastami. Ten proces trwa do czasów współczesnych, będąc znaczącym faktorem wzrostu plonów roślin uprawnych, a przede wszystkim zbóż.

Ze względu na globalną skalę produkcji i stosowania środków ochrony roślin w drugiej połowie XX wieku okres ten nazwano wiekiem pestycydów. Wiek ten dzieli się na trzy ery: optymizmu (1946-1962), zwątpienia (1962-1976) i integrowanych metod

(od 1976 r. do chwili obecnej) (Pruszyński 1998). W erze optymizmu obok wymienionych wyżej pestycydów produkowano stale nowe substancje czynne z różnych grup chemicznych. Odkryto zależność między budową chemiczną a aktywnością i na tej bazie powstały różnorodne preparaty o właściwościach grzybobójczych, owadobójczych, chwastobójczych i innych. W tej erze optymizmu rozpoczęto produkcję fumigantów glebowych, zapraw nasiennych. Rozwinął się również sektor form użytkowych, w którym od początkowej dominacji środków pylistych zaczęto przechodzić do form ciekłych, głównie emulsyjnych z zastosowaniem substancji dodatkowych, takich jak zwilżacze czy inne związki poprawiające właściwości użytkowe pestycydów. Największe znaczenie w tym okresie miały insektycydowe związki chloroorganiczne. W Polsce, podobnie jak na całym świecie produkowano wielkie ilości środków opartych na DDT, HCH i metoksychlorze to preparaty Azotox, Ditox, Tritox, Gamatox, Gamametox.

Wielkie znaczenie miało odkrycie owadobójczych właściwości związków fosforoorganicznych. Pierwszą substancją był paration, później metyloparation, trichlorfon, malation, fenitrothion i inne. Grupa insektycydów fosforoorganicznych odegrała w ochronie roślin w tym okresie bardzo ważną rolę, choć stosunkowo szybko odkryto negatywne efekty, które w dalszych „erach” doprowadziły do zakazu ich produkcji i stosowania. W grupie fungicydów obok wspomnianych związków siarki i miedzi, odkryto i wykorzystano w ochronie roślin wiele grup chemicznych, do których należą: fenole, chinony, dwutiokarbaminiany, kaptan (masowa produkcja i stosowanie do czasów obecnych), chloronitrobenzeny i inne. Herbicydy w tym okresie uzyskały wielkie znaczenie wynikające przede wszystkim z odkrycia związków z grupy chlorofenoksykwasów i związków mocznikowych. Najważniejsze związki to 2,4-D, MCPA, 2,4,5-T, linuron, diuron, dicamba i inne.

Era „zwątpienia” nastąpiła na skutek rozwoju nowoczesnych metod naukowych we wszystkich dziedzinach związanych z ochroną roślin. Rozwój biochemii, ekologii i analityki chemicznej spowodował zmianę podejścia do masowego stosowania pestycydów, a w szczególności do stosowania niektórych grup chemicznych, gdzie wykryto szkodliwy, długofalowy wpływ na ludzi, zwierzęta i środowisko. Wady nadmiernej chemizacji rolnictwa, takie jak uodpornianie się szkodników, chorób i chwastów oraz negatywny wpływ na entomofaunę pożyteczną, a także brak skuteczności w stosunku do niektórych gatunków agrofagów, spowodowały wielką krytykę ekspozycji zysku wynikającego ze wzrostu plonów jako decydującego wektora polityki pestycydowej. W okresie ery zwątpienia znaczenia naukowego i praktycznego nabrało pojęcie „ryzyka pestycydowego”. Po latach można stwierdzić, że wiele z tych nowych elementów ponoszonego wtedy ryzyka było słusznych. Jednak równie wiele krytycznych i negatywnych opinii o pestycydach nie wytrzymało próby współczesnych czasów.

W okresie zwątpienia narodziło się wiele mitów, które uznawano za prawdę, natomiast fakty o bezpieczeństwie zabiegów przy zachowaniu odpowiednich zasad były przyjmowane z dużą niewiarą. Należy jednak podkreślić, że lata 1970-1975 to dynamiczny rozwój metod naukowych służących do odkrycia i produkcji nowych substancji czynnych spełniających kryteria bezpieczeństwa. Syntezy nowych grup chemicznych, nowa nauka: fizykochemia form użytkowych pestycydów, postęp analityki, powstanie systemów kontrolnych, rozwój przepisów związanych z dopuszczaniem środków ochrony roślin do obrotu. Wszystko to prowadziło do sytuacji uzyskania większego bezpieczeństwa i zmniejszenia ryzyka związanego ze stosowaniem pestycydów w rolnictwie w stosunku do ludzi, zwierząt i środowiska. Wielu naukowców w Polsce podkreślało potrzebę zwiększenia i polepszenia badań z zakresu ochrony roślin, analityki i fizykochemii pestycydów wraz z unowocześnianiem systemów kontrolnych i rejestracyjnych. Przykładowo podczas X Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu wygłoszony został referat pod tytułem „W obronie chemicznej ochrony roślin” (Stobiecki 1970a). Referat ten wskazywał jak można osiągnąć większe bezpieczeństwo stosowania chemicznych środków w rolnictwie.

Era „integracji” była odpowiedzią świata nauki i przemysłu na sytuację, w której zysk był ważniejszy od bezpieczeństwa, co w niektórych przypadkach miało miejsce w okresie poprzednim. W 1976 roku opisano filozofię integrowanej ochrony roślin i integrowanej produkcji wraz ze sformułowaniem podstawowych zasad tej metody. We wszystkich definicjach i zasadach integrowanej ochrony roślin podkreśla się i wybitnie akcentuje wykorzystanie wielu dostępnych metod i technik z zachowaniem zasad ochrony ludzi i środowiska. Metoda integracji wpisuje się w przesłanie zrównoważonego rozwoju, którym jest powiązanie szybkiego rozwoju gospodarczego i wzrostu jakości życia ludności z poprawą środowiska przyrodniczego, którą można mierzyć obiektywnymi wskaźnikami. Zrównoważony rozwój jako stymulator postępu powinien być bezpieczny i korzystny dla człowieka i środowiska. Zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin jest bardzo istotnym elementem integrowanej ochrony roślin.

6.2. Dopuszczanie do obrotu środków ochrony roślin

Stosowanie środków ochrony roślin jest najważniejszym elementem ochrony roślin przed agrofagami, co powoduje, że ich użycie w rolnictwie jest bardzo duże. W roku 2014 w Polsce sprzedaż środków w przeliczeniu na substancje czynne wyniosła ponad 23 tys. ton. Roczna sprzedaż we wszystkich krajach OECD wyniosła około 830 tys. ton. Są to znaczne ilości i nie można wykluczyć niekorzystnego wpływu chemikaliów stosowanych w rolnictwie na zdrowie ludzi i stan ekosystemów.

Aby zminimalizować ryzyko i zagrożenia, wprowadzono obecnie bardzo restrykcyjne przepisy regulujące dopuszczanie do obrotu (tzw. rejestrację) środków ochro-

ny roślin. Przepisy te na przestrzeni lat ulegały zmianom polegającym głównie na coraz większych wymaganiach odnośnie wpływu środków na ludzi, zwierzęta i środowisko. Polska posiada system rejestracji od roku 1960 i już wtedy zaakcentowano konieczność uzyskania pozytywnej opinii resortu zdrowia (Państwowy Zakład Higieny) w zakresie ewentualnego szkodliwego działania ubocznego dla ludzi (Stobiecki 1970b). Bardziej szczegółowe zasady zawarto w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa z dnia 22 kwietnia 1965 r. w sprawie warunków i trybu udzielania zezwoleń na dopuszczenie do obrotu handlowego chemicznych środków ochrony roślin (Monitor Polski z 1965 r., Nr 28, poz. 156). W rozporządzeniu tym zamieszczono wykaz niezbędnej dokumentacji, która musi być dołączona do wniosku o zezwolenie. Sformułowano też wymagania dotyczące etykiety oraz dołączono wykaz dopuszczonych środków w podziale na pięć klas toksyczności. Należy podkreślić, że w tym czasie polskie przepisy nie odbiegały znacznie od przepisów obowiązujących w tym zakresie w krajach Europy Zachodniej.

Kolejnym ważnym etapem w rozwoju przedmiotowych przepisów była ustawa o ochronie roślin uprawnych z dnia 12 lipca 1995 r. (Dz.U. z 1995 r., Nr 90, poz. 446) oraz rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w sprawie szczegółowych zasad wydawania zezwoleń na dopuszczenie środków ochrony roślin do obrotu i stosowania z dnia 12 marca 1995 r. (Dz.U. z 1996 r., Nr 48, poz. 212). Oba akty prawne były oparte o dyrektywę Unii Europejskiej z dnia 15 lipca 1991 r. nr 91/414/EEC wraz z aneksami (Dz.U. L 230 z 19.08.1991 r.) Dyrektywa ta zawiera wielokrotnie cytowany i stosowany do dziś imperatyw: *„Ochrona zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska ma pierwszeństwo przed poprawą poziomu produkcji rolniczej”*. Oznacza to, że żaden, nawet najbardziej skuteczny środek ochrony roślin nie zostanie dopuszczony do obrotu i stosowania, jeśli stanowi zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt, i nie jest przyjazny dla środowiska.

W związku z tym przepisy polskie wyraźnie kładą nacisk na wymagania toksykologiczne i ekotoksykologiczne (Podgórska, Czaplicki 1998). Już 20 lat temu ustawodawstwo wymusiło na producentach środków ochrony roślin przeprowadzanie wielu dokładnych badań mających udowodnić, że przy stosowaniu pestycydów zgodnie z dobrą praktyką ochrony roślin, ryzyko i zagrożenia są minimalne lub nie ma ich wcale. Równolegle utworzono wiele innych przepisów prawnych regulujących wszystkie pokrewne obszary stosowania środków, takie jak: produkcję, pozostałości, transport, przechowywanie, bezpieczeństwo stosowania i wiele innych.

Obecnie rejestracja środków ochrony roślin w Polsce opiera się na dwóch podstawowych aktach prawnych. Są to:

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21.10.2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony

roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE z dnia 24.11.2009, poz. L 309),

- Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r. poz. 455).

Rozporządzenie nr 1107/2009 jako akt wysokiej rangi w Unii Europejskiej wchodzi do stosowania na terenie RP w całości, natomiast ustawa o środkach ochrony roślin precyzuje m.in. niektóre elementy procesu wprowadzania do obrotu w tych obszarach, gdzie decyzje pozostawiono krajom członkowskim.

Rozporządzenie to uwzględnia doświadczenia zdobyte podczas stosowania proekologicznej polityki pestycydowej zespolonej z procesem redukcji ryzyka dla ludzi i zwierząt mogącego wystąpić w związku ze stosowaniem środków ochrony roślin. Uwzględnia również najnowsze osiągnięcia naukowe i techniczne pozwalające równocześnie na osiąganie wyższych, wysokiej jakości plonów z chronionych upraw. Przepisy zawarte w rozporządzeniu mają zapewnić wysoki poziom ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska przy równoczesnym zachowaniu konkurencyjności rolnictwa w krajach UE. Środki ochrony roślin wprowadzane do obrotu i stosowania zgodnie z omawianym rozporządzeniem nie mogą mieć żadnego szkodliwego wpływu na zdrowie ludzi i zwierząt, i stan środowiska naturalnego. Wymagania w stosunku do nauki i przemysłu są więc bardzo wysokie.

Istotne jest, że wszystkie urzędowe decyzje o dopuszczeniu bądź odrzuceniu substancji będącej przedmiotem zatwierdzania mają zapadać we wszystkich krajach wspólnoty w oparciu o zharmonizowane kryteria. Kryteria te są oparte o jednolite zasady oceny, które zamieszczone są w rozporządzeniu 1107/2009 lub w przywołanych innych aktach prawnych. Rozporządzenie porządkuje i precyzuje wiele pojęć i obszarów oraz wprowadza nowe zasady postępowania umożliwiające ograniczenie liczebności doświadczeń, przede wszystkim wykonywanych na zwierzętach oraz współpracę międzynarodową mającą na celu wzajemne uznawanie wyników i decyzji. Sprecyzowany jest cel rozporządzenia, zakres stosowania wraz z dokładną definicją środka ochrony roślin i innych pojęć (Rozdział I – Przepisy ogólne). Rozdział II dotyczy substancji czynnych, sejnów, synergetyków i składników obojętnych i opisuje wymogi oraz warunki zatwierdzania, obowiązujące procedury, zasady przeglądu obecnych na rynku substancji i dopuszczalne odstępstwa. Rozdział III dotyczy środków ochrony roślin, czyli gotowych preparatów handlowych. Zawiera zasady i procedury udzielania zezwoleń dotyczących różnych przypadków i szczególnych czynności, w tym: środki niskiego ryzyka i handel równoległy.

Dopuszczanie do obrotu środków ochrony roślin niskiego ryzyka oparte jest o uproszczoną procedurę pod warunkiem, że z oceny ryzyka (przeprowadzonej w określony, zharmonizowany sposób) nie wynika konieczność żadnych szczegól-

nych środków ograniczania ryzyka. Wymogi, które muszą w takim przypadku być spełnione to między innymi brak w składzie substancji potencjalnie niebezpiecznych. Preparaty zaliczone do środków ochrony roślin niskiego ryzyka (art. 47) są zatwierdzane w szybkim trybie z ograniczeniem do minimum ilości doświadczeń.

Artykuł 52 omawia zasady handlu równoległego. Dotyczy środków ochrony roślin, które uzyskały zezwolenie w różnych państwach członkowskich, a są identyczne pod względem zawartości, jakości i pochodzenia substancji czynnych oraz pozostałych składników formulacji ze środkami dopuszczonymi w innym kraju. Można wtedy stosować procedurę uproszczoną polegającą tylko na sprawdzeniu dokumentacji, przedłożonej do właściwego urzędu przez podmiot ubiegający się o dopuszczenie do obrotu w tym trybie. W art. 52 podane są zasady uznania środków za identyczne. Wiele przypadków w Polsce wskazuje, że przepis mający na celu ułatwienie wymiany handlowej między krajami został wykorzystany do działalności przestępczej mogącej spowodować zagrożenie dla użytkowników, upraw, konsumentów i środowiska. Zastaniając się przepisami opisującymi procedury handlu równoległego wprowadzono podróbki środków, często o złej jakości, niewiadomego pochodzenia i mogące zawierać niekontrolowane zanieczyszczenia. W związku z tym należy zachować dużą ostrożność przy zakupie środków, nie wolno kupować ich okazjnie i trzeba używać tylko oryginalne środki pochodzące od renomowanych dostawców.

Bardzo ważny jest art. 55 dotyczący stosowania środków ochrony roślin. Ten bardzo decydujący obszar delegowany jest do dyrektywy 2009/128/WE (dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/128/WE z dnia 21.10.2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE z dnia 24.11.2009 r., Poz. L 309). Środki ochrony roślin mają być stosowane z zasadami dobrej praktyki ochrony roślin, według informacji podanych na ich etykietach. Od dnia 1 stycznia 2014 r. obowiązuje stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin przez wszystkich profesjonalnych użytkowników. Trzeba jeszcze wspomnieć o nowej regulacji dotyczącej zastosowań małoobszarowych mającej na celu „łatwiejszą” rejestrację w przypadkach, gdzie brak jest środków do ochrony upraw o globalnie małym znaczeniu, dla których przemysł ze względu na niskie korzyści ekonomiczne, nie podjął ubiegania się o zezwolenie. W myśl tej regulacji państwa UE muszą prowadzić wykaz zastosowań małoobszarowych, który ma być ogólnie dostępny.

Omawiany akt prawny zawiera też szczegółowe przepisy dotyczące ochrony i wykorzystania danych oraz zasady publicznego dostępu do informacji. Podsumowując poziom i rolę rozporządzenia 1107/2009 należy stwierdzić, że jest to dokument, którego ścisłe przestrzeganie przez wszystkie strony, we wszystkich jego czę-

ściach, zapewnia odpowiednią ochronę zdrowia ludzi, zwierząt i stanu środowiska z równoczesnym uzyskaniem wysokiego poziomu produkcji rolnej.

Ustawa o środkach ochrony roślin z dnia 8 marca 2013 r. reguluje zadania administracji publicznej w zakresie wykonywania rozporządzenia 1107/2009 oraz zasady w obszarach pozostawionych do regulacji przez poszczególne kraje członkowskie UE. Jeden z tych obszarów to wprowadzanie środków ochrony roślin do obrotu (rozdziały 2 i 3 ustawy). Określony jest tryb składania wniosków oraz szczegółowe warunki potrzebne do spełnienia przez przedkładaną dokumentację. Opisana jest procedura rozpatrzenia wniosku wraz z uczestniczącymi w tym procesie urzędami i instytucjami. Badania skuteczności środków mogą być wykonywane tylko w jednostkach upoważnionych przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Jednak te jednostki muszą posiadać certyfikat zgodności ich pracy z wymaganiami Dobrej Praktyki Eksperymentalnej. W ustawie podane są zasady udzielania takiego upoważnienia przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa wraz z opisem zasad kontroli spełnienia wymagań przez jednostkę wykonującą badania. W ustawie zawarta jest fundamentalna zasada, że opakowania jednostkowe środków ochrony roślin wprowadzanych do obrotu muszą być nieuszkodzone, szczelnie zamknięte i zaopatrzone w zatwierdzoną etykietę w języku polskim. W omawianym obszarze ustawa reguluje wymagania, które muszą być spełnione przez przedsiębiorców prowadzących obrót środkami ochrony roślin i określa postępowanie dotyczące kontroli tych podmiotów. W ustawie zwrócono szczególną uwagę na procedury dla organów kontrolnych w przypadkach fałszerstw środków. Te zapisy mają bardzo duże znaczenie praktyczne dla eliminowania nieprawidłowości i ujawniania działań przestępczych.

6.3. Systemy kontrolne

Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (tekst jednolity Dz.U. z 2014 r., poz. 621) reguluje obowiązki Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Do zadań Inspekcji należy między innymi kontrola obrotu i konfekcjonowania oraz stosowania środków ochrony roślin.

Kontrola obrotu obejmuje:

- sprawdzanie środków w magazynach, sklepach i hurtowniach,
- badanie jakości środków znajdujących się w obrocie handlowym,
- sprawdzanie warunków sprzedaży środków.

Działania kontrolne w tym obszarze mają na celu zapobieganie wprowadzaniu do obrotu środków nielegalnych, nie posiadających odpowiednich zezwoleń, złej jakości lub przeterminowanych. Kontrole tego typu przyczyniają się zatem do

zwiększenia bezpieczeństwa i ograniczania ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin. Punkty obrotu środkami kontrolowane są systematycznie na terenie całego kraju. Przedmiotem kontroli jest m.in.: stan środków, prawidłowość etykiet i dokumentacji handlowej, terminy ważności, sposób magazynowania. Badanie jakości odbywa się w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym, Oddział Sośnicowice. Próbkę do badań pobierane są przez Inspekcję według specjalnego planu opartego na analizie statystycznej uzyskanych w poprzednich latach rezultatów. Plan ten dla kontroli podstawowej modyfikowany jest corocznie, a przyjęty system ma za zadanie zarówno prewencję, czyli skuteczne wykrywanie możliwie dużej liczby nieprawidłowości w jakości sprzedawanych środków, jak i monitoring, czyli uzyskanie obrazu krajowej sytuacji w zakresie jakości środków znajdujących się w obrocie. Badane są podstawowe parametry preparatów handlowych, tj.: zawartość substancji czynnych oraz najważniejsze własności fizykochemiczne form użytkowych – istotne z punktu widzenia stosowania i działania środka.

W przypadku środków pochodzących z handlu równoległego, badana jest jakość koncentratu technicznego substancji czynnej poprzez analizę porównawczą profilu zanieczyszczeń w stosunku do referencyjnej formy użytkowej. Profil zanieczyszczeń jest wskaźnikiem pochodzenia koncentratu, gdyż świadczy o zastosowanej technologii jego otrzymywania. Dokładne badania jakości, łącznie z ilościowym oznaczaniem głównych zanieczyszczeń, wykonuje się w przypadkach interwencyjnych, przy reklamacji jakości preparatu. Badania jakości, których rocznie wykonuje się około 300, są finansowane z budżetu państwa w ramach Wieloletniego Programu IOR-PIB pt. „Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska.”

Obszar stosowania środków ochrony roślin poddany jest systematycznej, planowanej kontroli przez Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Urzędowe kontrole prowadzone są w gospodarstwach rolnych. Sprawdzane są warunki bezpiecznego stosowania i przechowywania środków ochrony roślin, ewentualne użycie środków niedopuszczonych do obrotu, w sposób niezgodny z etykietą. Kontrolowane jest posiadanie przez użytkowników odpowiednich szkoleń, ewidencji przeprowadzanych zabiegów, spełnianie wymogów integrowanej ochrony roślin. Sprawdzane jest czy sprzęt do prowadzenia zabiegów ochronnych był poddany obowiązkowemu badaniu jego stanu technicznego. W skali kraju inspekcja przeprowadza około 30 tysięcy takich kontroli.

Kluczowym elementem kontroli stosowania środków ochrony roślin jest systemowe typowanie gospodarstw do kontroli tak, aby kontrolą objęte były gospodar-

stwa różnej wielkości o różnych uprawach. W tym celu dokonano podziału na trzy grupy upraw: rolne, warzywnicze, sadownicze, a w każdej z grup upraw wydzielono po trzy przedziały obszarowe. Na podstawie bazy danych Głównego Urzędu Statystycznego o gospodarstwach, oblicza się, z użyciem metod statystycznych – liczbę kontroli w poszczególnych grupach we wszystkich województwach. Liczba kontroli uzależniona jest od liczby gospodarstw posiadających uprawy w danej grupie i w danym przedziale obszarowym, od średniej powierzchni upraw w poszczególnych przedziałach i od średniego zużycia środków ochrony roślin w poszczególnych grupach upraw. Liczba kontroli zależy też od liczby nieprawidłowości wykrytych w poszczególnych grupach upraw i przedziałach obszarowych. W ten sposób statystyczne planowanie kontroli umożliwia uzyskanie faktycznego obrazu stosowania środków ochrony roślin w skali kraju, skuteczne wykrywanie nieprawidłowości.

Bardzo ważną częścią urzędowej kontroli stosowania środków ochrony roślin jest kontrola pozostałości substancji czynnych środków w płodach rolnych. Rocznie Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa pobiera około 2500 próbek warzyw, owoców, zbóż i nasion roślin strączkowych oraz oleistych. Pobór próbek dokonywany jest według systemu zapewniającego wysoką wykrywalność występujących nieprawidłowości i dającego obraz stanu prawidłowego stosowania środków w Polsce. System ten nazywany jest systemem monitoringowo-prewencyjnym. Opracowane narzędzie obliczeniowe umożliwia dokonanie rozdziału liczby pobieranych próbek na poszczególne uprawy we wszystkich województwach. Kryteria rozdziału próbek opisuje się wagami statystycznymi. Wagi te zależą od liczby plantacji w danej uprawie, liczby wykrytych nieprawidłowości, zużycia środków w danej uprawie oraz od wielkości eksportu danej uprawy. Jako nieprawidłowości uznaje się przekroczenie najwyższych dopuszczalnych pozostałości (NDP) substancji dopuszczonych, jak i niedopuszczonych do stosowania w danej uprawie.

Analizy pozostałości z użyciem najnowocześniejszego sprzętu analitycznego wykonuje się w akredytowanych laboratoriach inspekcji i instytutów badawczych. Każda próbka analizowana jest na obecność bardzo dużej liczby substancji czynnych. Liczba ta zależy od możliwości technicznych laboratoriów i wynosi ponad 300 różnych substancji. Kontrola pozostałości pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, czy podczas stosowania środków nie dochodzi do nieprawidłowości polegających na przedawkowaniu, niestosowaniu okresów karencji lub użycia środków, których stosowanie w danej uprawie jest niedozwolone. Analiza uzyskiwanych corocznie rezultatów wskazuje, że poziom nieprawidłowości jest bardzo niski. Przekroczenia NDP notuje się corocznie w około 1% próbek. Kilka procent próbek wskazuje nieprawidłowość polegającą na stosowaniu środków ochrony roślin niedozwolonych w danej uprawie. Wynika to przede wszystkim z braku dostępności wystarczają-

cej liczby środków w niektórych uprawach lub często z braku środków. Rezultaty badań jednak nie pozwalają na stwierdzenie, że ten typ nieprawidłowości stanowi poważne naruszenie prawa, stwarza poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt i stanu środowiska. Zjawisko to nie jest bagatelizowane i system kontroli kierunkuje pobór prób tak, by tego rodzaju nieprawidłowości były ujawniane. Problem ten najczęściej pojawia się w uprawach małoobszarowych, ale i tu notuje się coroczny postęp.

Oprócz płodów rolnych objętych opisanym systemem kontroli monitoruje się gospodarstwa ekologiczne, a Inspekcja Weterynaryjna prowadzi urzędową kontrolę pasz i żywności pochodzenia zwierzęcego. Żywność pochodzenia roślinnego kontrolowana jest przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej również na obecność pozostałości środków ochrony roślin. Całość stanowi spójny system bezpieczeństwa żywności.

6.4. Środki chemiczne i zasady ich doboru w integrowanej ochronie roślin

Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin zakładają systematyczne zmniejszenie zależności produkcji rolniczej od chemicznych środków ochrony roślin. Jest to jednak długi proces związany z koniecznością silnego promowania i skutecznego masowego stosowania niechemicznych metod ochrony. W obecnej sytuacji idea zrównoważonego stosowania pestycydów, która jest częścią integracji, musi być wprowadzana stopniowo bez drastycznego ograniczania któregośkolwiek z elementów prawidłowego, bezpiecznego i nowoczesnego rolnictwa. Środki ochrony roślin mają podstawowe znaczenie w intensywnej produkcji rolnej. Na poziomie Unii Europejskiej zrównoważone stosowanie pestycydów reguluje dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, a w Polsce – ustawa z dnia o środkach ochrony roślin. Wdrożenie podstawowych zasad zawartych w tych aktach prawnych opisuje „Krajowy Plan Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin” (Monitor Polski z dnia 18.06.2013 r., poz. 536).

Dyrektywa „ramowa” 2009/128/WE ma na celu ustalenie ogólnych zasad (ram) dla osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów oraz zmniejszenia zagrożeń dla ludzi i środowiska ze strony chemicznych środków ochrony roślin. Ten fundamentalny akt prawny porusza wiele zagadnień związanych ze stosowaniem pestycydów. Są to między innymi: sprzedaż środków ochrony roślin, szkolenia, informowanie społeczeństwa i podnoszenie jego świadomości, sprzęt do aplikacji i jego kontrola, wymogi dotyczące zabiegów z użyciem aparatury agrolotniczej.

Specjalna uwaga poświęcona jest ochronie środowiska wodnego i ujęć wody pitnej oraz zmniejszeniu stosowania zabiegów chemicznych na specjalnych obszarach, takich jak: parki, ogrody publiczne, tereny szkolne, place zabaw dla dzieci i tereny chronione. Na tych wydzielonych obszarach zaleca się stosowanie metod biologicznych oraz stosowanie tzw. środków niskiego ryzyka. Dyrektywa nakazuje również państwom członkowskim uregulowanie bardzo ważnych obszarów, takich jak: magazynowanie środków, postępowanie z opakowaniami i pozostałościami (resztkami) pestycydów, mycie sprzętu itp. Wszystkie wyżej wymienione elementy znajdują swoją realizację aktualną bądź planowaną w Krajowych Planach Działania i w odpowiednich krajowych aktach prawnych.

Polska ustawa o środkach ochrony roślin w rozdziale 4 – „Stosowanie środków ochrony roślin” reguluje zasady stosowania zgodnie z wymogami integrowanej ochrony roślin. Podstawowym kryterium wyboru środka chemicznego jest dopuszczenie do obrotu. Środek musi znajdować się w szczelnym, zamkniętym opakowaniu z etykietą w języku polskim, a jego stosowanie może nastąpić tylko do końca terminu ważności, który obowiązkowo znajduje się na etykiecie. Stosowanie może odbywać się zgodnie z ogólną zasadą zawartą w art. 35.1. ustawy: *„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 z zastosowaniem tych środków oraz planować stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie będą przebywać na obszarze objętym zabiegiem.”* Przy stosowaniu należy zwrócić szczególną uwagę na strefy buforowe, które określają minimalne odległości od zbiorników i cieków wodnych, co również musi znajdować się na etykiecie.

Decyzja o przeprowadzeniu zabiegu i wyborze środka musi być poprzedzona dokładnym rozpoznaniem zagrożeń wynikających z obecności agrofagów. Stosowanie metod diagnostycznych, które można znaleźć w oficjalnie zalecanych metodykach integrowanej ochrony roślin wraz z określeniem progów szkodliwości, ma decydujące znaczenie w podejmowaniu właściwych decyzji (Pruszyński i wsp. 2012). Zakres stosowania i szczegółowe warunki specyficzne dla określonego środka są zawarte w etykiecie. Właściwy dobór substancji czynnych i, co za tym idzie, właściwego środka, uzależnione jest od znajomości biologii agrofagów. Tak więc kluczowa jest wiedza pozwalająca zidentyfikować czynnik szkodliwy i przewidzieć jego zakres niepożądanego oddziaływania. W przypadku wyczerpania innych metod, zgodnie z integrowaną ochroną lub, gdy te alternatywne metody nie mogą być zastosowane, stosuje się chemiczną ochronę.

W integrowanej ochronie roślin można stosować środki dopuszczone do obrotu. Wykaz tych środków znajduje się na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa

i Rozwoju Wsi (Rejestr środków ochrony roślin – www.minrol.gov.pl). Rejestr ten według stanu na styczeń 2016 r. zawiera 1596 pozycji. Można w nim znaleźć wiele podstawowych informacji o środkach, takich jak m.in.: nazwa, rodzaj środka, producent, zawartość substancji czynnych, klasyfikację dotyczącą zagrożeń, rodzaje opakowań oraz adres internetowy, pod którym znajduje się pełna etykieta. Przy wyborze obowiązuje zasada o typowaniu do zabiegów środków o niskiej toksyczności i dobrej selektywności w stosunku do agrofagów. Trzeba też mocno zaakcentować, że środek ochrony roślin dopuszczony jest do stosowania w określonej uprawie i przeciw określonemu agrofagowi, co jest zapisane w jego etykiecie. Każde inne zastosowanie jest wykroczeniem i podlega sankcjom karnym zgodnie z obowiązującymi przepisami.

6.5. Zasady bezpieczeństwa i ograniczanie ryzyka

Postępowanie ze środkami ochrony roślin oraz ich stosowanie są źródłem potencjalnych zagrożeń. Dlatego konieczne było stworzenie systemu prawno-organizacyjnego, który określa wymagania dotyczące zdrowia ludzi, zwierząt i stanu środowiska naturalnego wraz ze środkami prewencyjnymi, które muszą być podjęte, aby zminimalizować ryzyko. Ogólnie rozumiane pojęcie bezpieczeństwa zawiera wiele elementów, z których każdy objęty jest przepisami prawnymi i zbiorami zaleceń w postaci np.: kodeksów dobrych praktyk. Wszystkie etapy, tj.: produkcja środków ochrony roślin, ich pakowanie, transport, magazynowanie, sprzedaż, przygotowywanie cieczy użytkowej, stosowanie (wykonywanie zabiegów ochronnych), postępowanie z resztkami cieczy pozostałej po opryskach czy likwidacja opakowań i innych odpadów pestycydowych, mogą mieć ewentualny negatywny wpływ na zdrowie ludzi i środowiska. Spośród wymienionych obszarów potencjalnego szkodliwego oddziaływania najważniejsze jest prawidłowe zabezpieczenie operatorów opryskiwaczy i dobra ochrona środowiska wodnego.

Podstawowe krajowe akty prawne wdrażające wymagania i zasady stosowania pestycydów i postępowania z nimi to: ustawa o środkach ochrony roślin, 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 (Dz. U. z 2002 r. Nr 99, poz. 896) oraz rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywaniu środków ochrony roślin (Dz. U. z 2013 r., poz. 625). Wymienione przepisy prawne wielką wagę przywiązują do zapisów mających na celu właściwą ochronę ludzi, zwierząt i środowiska. Użytkownicy profesjonalni, którymi są osoby fizyczne, stosując środki ochrony roślin w ramach swojej działalności zawodowej lub gospodarczej, są zobowiązani do stosowania integrowanej ochrony roślin, natomiast użytkownicy nieprofesjonalni są poddani zakazowi sto-

sowania środków szczególnie niebezpiecznych, np.: wysokotoksycznych, rakotwórczych czy mutagennych. Zapis ten zabezpiecza zarówno użytkowników środków, jak i potencjalnie narażone osoby postronne przed ewentualnym narażeniem.

Ustawa o środkach ochrony roślin precyzuje zasady użycia sprzętu agrolotniczego ze względu na efekt znoszenia środków jak i ze względu na możliwe skażenie środowiska wodnego. Aby wykonać takie zabiegi, konieczne jest uzyskanie stosownego zezwolenia od Wojewódzkiego Inspektora Ochrony roślin i Nasiennictwa po uprzednim spełnieniu wielu wymagań i kryteriów. Ustawa daje delegację Ministrowi Rolnictwa i Rozwoju Wsi do określenia w drodze rozporządzenia sposobu postępowania przy przechowywaniu środków, postępowania przy przygotowywaniu zabiegów ochronnych, postępowania z resztkami cieczy użytkowej i postępowania przy myciu sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin. Aspekt bezpieczeństwa jest głównym zadaniem kolejnych rozdziałów ustawy poświęconych szkoleniom i sprawności technicznej sprzętu. Przywołane wyżej rozporządzenia zawierają zapisy regulujące wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu oraz zasady postępowania przy czynnościach związanych z zabiegami. Zapisy te mają charakter ogólny. Rozporządzenie z dnia 22 maja 2013 r. w § 2 podaje wymogi przechowywania środków ochrony roślin, które przechowuje się, (cytat):

- „1) w oryginalnych opakowaniach oraz w sposób uniemożliwiający kontakt tych środków z żywnością, napojami lub paszą;*
- 2) w sposób zapewniający, że:*
 - a) nie zostaną przypadkowo spożyte lub przeznaczone do żywienia zwierząt,*
 - b) są niedostępne dla dzieci,*
 - c) nie istnieje ryzyko:*
 - skażenia wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,*
 - skażenia gruntu na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego,*
 - przedostania się do systemów kanalizacyjnych, z wyłączeniem oddzielnej bezodpływowej kanalizacji wyposażonej w szczelny zbiornik ścieków lub w urządzenia służące do ich neutralizacji”.*

Inny przykład z omawianego rozporządzenia to § 5.1., (cytat): „Czyszczenie sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeprowadza się:

- 1) w sposób ograniczający ryzyko skażenia:*
 - a) wód powierzchniowych i podziemnych w rozumieniu przepisów Prawa wodnego,*
 - b) gruntu, w tym na skutek wycieku lub przesiąkania środków ochrony roślin w głąb profilu glebowego;*

2) w odległości nie mniejszej niż 30 m od studni, ujęć wody oraz zbiorników i cieków wodnych – w przypadku czyszczenia sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin przeznaczonych dla użytkowników profesjonalnych”.

Bezpieczeństwo operatorów opryskiwaczy jest między innymi przedmiotem rozporządzenia z dnia 24 czerwca 2002 r. W § 2 tego rozporządzenia zawarto zapis o obowiązkowym informowaniu pracowników o np.: rodzaju środków, które mają być stosowane z podaniem ich toksyczności lub o wymaganiach dotyczących rodzaju i sposobu użytkowania środków ochrony indywidualnej. Szczegółowe rozwiązania dotyczące wymienionych obszarów oraz innych wchodzących w zakres zagadnień bezpieczeństwa, zawarte są w kodeksach i przewodnikach dobrych praktyk. (Pruszyński, Wolny 2007, Doruchowski, Hołownicki 2008, Doruchowski i inni 2014).

Jak już wspomniano, środowisko wodne jest najbardziej wrażliwe na zanieczyszczenia pestycydami. Dlatego jego ochronie poświęca się bardzo dużo uwagi. Praca pt.: „Dobra praktyka postępowania przy stosowaniu środków ochrony roślin” (Doruchowski i inni 2014) zawiera dwa rozdziały dotyczące tego zagadnienia: rozdział 5 – „Mycie sprzętu ochrony roślin” i rozdział 6 – „Zagospodarowanie pozostałości”. Resztki środków ochrony roślin, niezużyta ciecz użytkowa i mycie sprzętu to potencjalne źródła punktowych silnych skażeń środowiska wodnego.

Rozdział dotyczący mycia sprzętu przywołuje przepisy prawne, które muszą zostać zachowane, aby proces przebiegał w sposób bezpieczny z ogólnie przyjętymi zasadami poszanowania środowiska. Kluczowe instrukcje znajdują się też na etykietach środków, np.: często umieszczony zapis: „*nie myć aparatury w pobliżu wód powierzchniowych*”. Mycie sprzętu dzieli się na dwie operacje: mycie wewnętrzne i mycie zewnętrzne. Trudnym problemem jest zagospodarowanie pozostałości, a więc opakowań, cieczy i stałych resztek środków. Rozdział 6 zawiera praktyczne informacje w tym zakresie, z powołaniem się na regulacje prawne dotyczące odpadów niebezpiecznych. Szczególnie przydatne są opisy systemów bioremediacyjnych zawierające schematy techniczne i zdjęcia z zastosowanych rozwiązań. Bioremediacja to naturalny proces unieszkodliwiania niepożądanych substancji chemicznych znajdujących się w glebie lub w wodzie z zastosowaniem ich rozkładu przy pomocy mikroorganizmów. Proces ten przebiega w aktywnym biologicznie podłożu zawierającym dobrze skomponowany substrat, który wzbogacony materiałem organicznym sprzyja rozwojowi i aktywności mikroflory glebowej. Stanowiska bioremediacyjne takie jak biobed, phytobac czy vertibac przeznaczone są do unieszkodliwiania niskich stężeń zanieczyszczeń w glebie lub w wodzie. W przypadku opakowań oraz wysokoskoncentrowanych odpadów konieczna jest likwidacja dokonana przez specjalistyczne, licencjonowane przedsiębiorstwa,

które końcowe unieszkodliwianie przeprowadzają w wysokotemperaturowej spalarni odpadów niebezpiecznych.

Kluczowym zagadnieniem polityki pestycydowej całej Unii Europejskiej jest redukcja ryzyka ze strony stosowania środków ochrony roślin z równoczesnym zabezpieczeniem jakości płodów rolnych i wzrostem ich produkcji. Wielka waga tego zagadnienia wynika wprost z dużej masy substancji czynnych sprzedawanych na świecie w celu ochrony upraw. Zrównoważona ochrona roślin jako element integrowanej ochrony roślin jest odpowiedzią na obecne zagrożenia związane ze stosowaniem środków ochrony roślin. Wspomniany już „Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin” jest podstawowym dokumentem strategicznym wyznaczającym cele krajowej polityki do roku 2017. Cel ten ujęty jest w zapisie KPD, (cytat): *„Kluczowym celem dla Polski w związku z realizacją krajowego planu działania jest upowszechnianie ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin. Pełne wdrożenie tych zasad w szczególności poprzez promowanie niechemicznych metod ochrony roślin, pozwoli na zmniejszenie zależności produkcji roślinnej od chemicznych środków ochrony roślin. W efekcie wdrożenia najlepszych praktyk związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin, ograniczone zostanie do minimum ryzyko związane z ich użyciem. W związku z powyższym, realizacja celów krajowego planu działania przyczyni się do realizacji nadrzędnej idei dyrektywy 2009/128/WE, czyli zrównoważonego stosowania pestycydów a tym samym zrównoważonego rozwoju polskiego rolnictwa”*.

Spośród wielu elementów redukcji ryzyka pestycydowego, które zostały wymienione bądź dokładniej omówione wcześniej, na specjalną uwagę zasługuje obszar upowszechniania wiedzy o stosowaniu pestycydów, zarówno wśród użytkowników profesjonalnych i jak nieprofesjonalnych. Obszar ten obejmuje propagowanie zasad integrowanej ochrony roślin, prawidłowego postępowania ze środkami na wszystkich etapach tzw. „cyklu pestycydowego”, ale też podnoszenie świadomości społeczeństwa i informowania jego o ewentualnym ryzyku i sposobach ograniczania zagrożeń. Wiedza o chemii w rolnictwie poprzez profesjonalne kampanie informacyjne obejmujące całe społeczeństwo, a także poprzez nowe lub zmodyfikowane programy nauczania w szkołach podstawowych, średnich i wyższych, obejmujące zasady integracji i zrównoważenia powinny doprowadzić do lepszego poznania i zrozumienia miejsca metody chemicznej w ochronie roślin.

7. EKONOMICZNE ASPEKTY INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

Stosując integrowaną ochronę roślin należy mieć na uwadze, że celem gospodarowania na roli jest nie tylko utrzymanie żyzności i biologicznej aktywności gleby, ale także utrzymanie rolnika i jego rodziny. W związku z obowiązkiem wdrożenia integrowanej ochrony roślin podkreśla się potrzebę wykorzystywania w ochronie roślin działań przyjaznych środowisku i ograniczenia stosowania środków chemicznych, tam gdzie to zasadne. Jednak nikt nie wymaga od rolnika i stosowania tylko i wyłącznie metod przyjaznych środowisku, nawet tych drogich i nieopłacalnych. Metody, które można wykorzystywać w integrowanej ochronie roślin są elastyczne i należy je dopasować do realiów ekonomicznych, stosując w taki sposób, aby gospodarstwo mogło się utrzymać. Aspekt opłacalności wyraźnie podkreśla definicja integrowanej ochrony roślin zawarta w dyrektywie 128/2009 zalecająca utrzymanie stosowania środków ochrony roślin i innych form interwencji na ekonomicznie i ekologicznie uzasadnionym poziomie. W integrowanej ochronie roślin nie chodzi o to, żeby dużym nakładem pracy i kosztów zastępować za wszelką cenę chemiczne środki ochrony roślin. Chodzi raczej o to, żeby unikać zbędnych zabiegów chemicznych, a metody niechemiczne na większą skalę stosować tam, gdzie przy podobnych (albo mniejszych) kosztach i nakładzie pracy uzyskujemy podobny efekt jak używając chemii.

Integrowana ochrona reprezentuje podejście, w którym, w oparciu o wiedzę i potrzeby producenta rolnego, wspomaga się naturalne procesy ograniczające rozwój populacji agrofagów, w taki sposób, aby populacje te nie osiągnęły poziomu ekonomicznej szkodliwości. W praktyce integrowanej ochrony nie można zatem ograniczać się do przekazywania gotowych technicznych instrukcji ochrony roślin. Należy raczej wzbogacić wiedzę i umiejętności rolnika tak, aby nabrał on umiejętności obchodzenia się z przyrodą (Dąbrowski 2001). Innymi słowy, zamiast przedstawienia gotowych i sztywnych procedur postępowania, należy dążyć do tego, aby rolnik posiadał wiedzę o wielu możliwych działaniach i sam wybrał działanie, które w danym momencie będzie dla niego najkorzystniejszym kompromisem uwzględniającym opłacalność oraz poszanowanie środowiska, w którym pracuje.

Z ekonomicznego punktu widzenia integrowana ochrona roślin ma zatem sens, jeżeli działania wykonywane w jej duchu nie obciążają gospodarstwa zbędnymi kosztami, czyli takimi, które ani w krótszym, ani w dłuższym okresie nie przyniosą korzyści ani bezpośrednio rolnikowi, ani środowisku. Należy zatem unikać nadmiernych kosztów ochrony roślin przede wszystkim poprzez unikanie niepotrzebnych zabiegów chemicznych, ale także obniżanie czy dzielenie dawek lub łączne stosowanie środków ochrony roślin z innymi agrochemikaliami tam, gdzie to

możliwe i zasadne. Pamiętajmy także, że stereotyp, iż typowo chemiczne środki ochrony roślin są tańsze od środków bardziej przyjaznych środowisku nie zawsze odpowiada prawdzie (Szulc i in. 2015).

Podstawą racjonalnego stosowania integrowanej ochrony roślin jest zdobycie wielu informacji, które zostaną wykorzystane przy podejmowaniu decyzji o wykonaniu (lub niewykonaniu) zabiegu ochrony roślin (na podstawie Golinowska 2012):

- identyfikacja agrofaga,
- określenie populacji agrofaga,
- określenie uszkodzeń i strat w ujęciu ekonomicznym,
- przegląd dostępnych metod ochrony roślin,
- określenie przydatności tych metod z punktu widzenia warunków lokalnych oraz w świetle wykonywanych zabiegów uprawowych,
- podjęcie decyzji.

Trzeba odpowiedzieć sobie na pytanie, jakie narzędzia można wykorzystać, aby ułatwić podjęcie decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego oraz zmniejszyć koszty ochrony roślin bez spadku opłacalności produkcji.

7.1. Mierniki ekonomiczne

Przed wykonaniem zabiegu chemicznego warto zastanowić się, czy zabieg ten będzie opłacalny. Generalnie można przyjąć, że sens ekonomiczny zabiegu chemicznego jest tym większy im wyższy będzie iloczyn ilości i wartości plodów rolnych uratowanych dzięki zabiegowi. Literatura podaje w tym celu wiele mierników, jednak wiele z nich jest złożonych bądź wymaga uwzględnienia wielu zmiennych i w związku z tym trudnych do stosowania w gospodarstwie.

Jedną z najprostszych metod oceny opłacalności zabiegu jest posłużenie się wzorem (Pruszyński i Pruszyński 2015):

$$E = \frac{Pn}{Kz}$$

gdzie:

E – ekonomiczna efektywność zabiegu ochrony roślin

Pn – wartość produkcji uratowanej

Kz – koszt zabiegu

Zabieg uznaje się za zasadny i opłacalny, jeżeli jego ekonomiczna efektywność wynosi powyżej 1, to znaczy wartość produkcji uratowanej jest wyższa od kosztów zabiegu.

Wydaje się, że stosunkowo proste jest również posługiwanie się orientacyjnymi wskaźnikami opłacalności zabiegu E_1 i E_2 (Mierzejewska 1989; Golinowska 2012):

Orientacyjny wskaźnik opłacalności (E_1)

$$E_1 = \frac{Kz}{C}$$

gdzie:

Kz – koszt zabiegu ochrony roślin

C – cena 1 dt produktu chronionego

Procent plonu jaki należy przeznaczyć na ochronę (E_2)

$$E_2 = \frac{E_1 \times 100}{P}$$

gdzie:

E_1 – orientacyjny wskaźnik opłacalności (podany wyżej)

P – plon z jednostki powierzchni

7.2. Progi szkodliwości

Dla rolnika istotna jest odpowiedź na pytanie czy wystąpienie na plantacji określonego organizmu szkodliwego spowoduje spadek ilości (lub jakości) plonu na tyle duży, żeby zastosowanie zabiegu chemicznego było opłacalne. Granicę, od której zwalczanie organizmu szkodliwego jest opłacalne nazywamy ekonomicznym progiem szkodliwości (Mierzejewska 1993, Gmiąt 2014).

Progi szkodliwości ekonomicznej poszczególnych organizmów wyznaczone są na podstawie badań naukowych. Są to jednak badania kosztowne i o tyle trudne, że progi szkodliwości nieustannie zmieniają się wraz ze zmianami technologii uprawy oraz cen rynkowych. Wyznaczone już progi szkodliwości należy zatem traktować jako wartości orientacyjne, pamiętając, że nie są one ustalone raz na zawsze, ale wymagają nieustannej aktualizacji. Dąbrowski (2004) podkreśla, że próg szkodliwości określający liczebność organizmu szkodliwego powyżej, której przeprowadzenie zabiegu jest uzasadnione ekonomicznie należy rozpatrywać dla konkretnych warunków danego gospodarstwa.

Gdzie można szukać informacji o progach szkodliwości? Orientacyjne progi szkodliwości ważniejszych agrofagów roślin uprawnych podawane są między innymi w metodykach integrowanej ochrony roślin poszczególnych upraw dostępnych nie-

odpłatnie na stronach internetowych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi <http://www.minrol.gov.pl/Informacje-branzowe/Produkcja-roslinna/Ochrona-roslin/Integrowana-ochrona-roslin/Metodyki-integrowanej-ochrony-roslin> a także na stronach internetowych ośrodków doradztwa rolniczego, np. <http://technologia.kpodr.pl/index.php/integrowana-ochrona-roslin/361-progi-szkodliwosci-w-integrowanej-ochronie-roslin>, jak również w innych publikacjach (Pruszyński i in. 2012).

7.3. Systemy wspomaganie decyzji

Są narzędziami komputerowymi uwzględniającymi mierniki ekonomiczne opłacalności zabiegów oraz progi szkodliwości. Zwykle bardzo wyspecjalizowane: dotyczą konkretnej uprawy czasem także jej ochrony przed konkretnymi organizmami szkodliwymi. Wymagają zwykle wprowadzenia wielu danych dotyczących gospodarstwa, w tym między innymi o płodozmianie, glebach i uprawianych odmianach. Systemy takie są zazwyczaj połączone z małymi stacjami meteorologicznymi rejestrującymi lokalne warunki pogodowe albo korzystają z sieci stacji meteorologicznych i prognozy pogody. Na podstawie zbieranych danych sygnalizują potrzebę wykonania zabiegu chemicznego. Bywa, że rolnik taką wiadomość otrzymuje za pomocą np. SMSa. Niektóre systemy informują nie tylko o potrzebie wykonania zabiegu, ale posiadają bazy na podstawie, których można oszacować koszty zabiegów wykonywanych różnymi środkami lub uzyskać poradę zastosowanie, której substancji aktywnej byłoby najracjonalniejsze z punktu widzenia strategii antyodpornościowej.

W Polsce funkcjonuje obecnie kilka systemów wspomaganie decyzji o chemicznej ochronie roślin. Niektóre z nich są prywatne jak np. LIZ (ochrona buraka cukrowego) czy RIMpro (ochrona jabłoni przed parchem) i wprowadzane za opłatą, względnie udostępniane nieodpłatnie gospodarstwom podpisującym umowy kontraktacyjne. Niektóre systemy, zwłaszcza te wprowadzone przez państwowe instytucje naukowe są przygotowane z dofinansowaniem państwowym albo unijnym i dostępne nieodpłatnie, wśród nich NegFry (ochrona ziemniaka przed zarażą) i DSSHerbicide (ochrona zbóż przed chwastami).

System DSS Herbicide nieodpłatnie dostępny na stronie <http://dssherbicide.pl/cp/applications/Navigate.aspx?ID=dsspl&SiteID=dsspl&language=pl> jest systemem wspomaganie decyzji w zwalczaniu chwastów w pszenicy ozimej w północnych regionach Polski i Niemiec. Przed utworzeniem dostępnej dla Polaków wersji DSSHerbicide program ten był (i nadal jest) od 20 lat używany w Danii. Jego stosowanie jest wspierane przez państwo, ponieważ głównym jego celem jest obniżenie zużycia herbicydów. Przystosowanie systemu do warunków polskich odbyło się przy współpracy naukowców z Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu.

System wspomaganie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka NegFry Online dostępny jest na stronie <http://www.ipm.iung.pulawy.pl/negfry/negfry.aspx>. Jest to także system pochodzący z Danii i przystosowany do warunków polskich. Jego użycie umożliwia skuteczną ochronę ziemniaka zmniejszając liczbę zabiegów o 50% w porównaniu z ochroną tradycyjną. Taka oszczędność jest możliwa przede wszystkim dzięki opóźnieniu pierwszego zabiegu, a także na skutek wydłużenia okresów między następnymi zabiegami.

Badania naukowe potwierdzają, że stosowanie systemów wspomaganie decyzji umożliwia wyraźne obniżenie zużycia agrochemikaliów, a co za tym idzie obniżenie kosztów chemicznej ochrony z zachowaniem wysokich plonów.

7.4. Systemy monitoringu organizmów szkodliwych

Poza systemami wspomaganie decyzji cennym źródłem informacji o zagrożeniu organizmami szkodliwymi mogą być różnego typu systemy monitoringu organizmów szkodliwych dostępne w internecie. Z ekonomicznego punktu widzenia systemy monitoringu są cenne, ponieważ wiarygodna informacja o braku zagrożenia organizmem szkodliwym umożliwia w niektórych przypadkach pominięcie zabiegu ochronnego.

System prognozowania zagrożenia rzepaku przez suchą zgniliznę kapustnych dostępny na stronie <http://cropnet.pl/dbases/spec/specPL/index.htm> działa w oparciu o badanie stężenia zarodników workowych grzybów chorobotwórczych (które są głównym źródłem porażenia roślin rzepaku) w powietrzu. Badanie to odbywa się w kilkudziesięciu stacjach na terenie całej Polski. Na podanej stronie można znaleźć także przydatne praktykom informacje o suchej zgniliznie kapustnych.

Informacje dotyczące monitoringu rdzy zbóż dostępne są na stronach Instytutu Ochrony Roślin PIB w Poznaniu <https://www.ior.poznan.pl/agrofagi.php> W zależności od zaznaczonej opcji znajdziemy tam aktualne informacje dotyczące monitoringu rdzy brunatnej w pszenicy ozimej, pszenzycie ozimym oraz życie ozimym, a także rdzy żółtej w pszenzycie ozimym. Na stronach Instytutu można także znaleźć systemy doradcze w ochronie pszenicy ozimej przed najważniejszymi chorobami <http://stanfit.ior.agro.pl/systemy/pszenica-ozima/index.html> oraz jęczmienia ozimego przed mączniakiem prawdziwym <http://stanfit.ior.agro.pl/systemy/jeczmien-ozimy/index.html>. Znajdziemy także prognozowany termin zwalczania rolnic <http://stanfit.ior.agro.pl/szukaj/temperatury> oraz skrzypionek <http://stanfit.ior.agro.pl/monitoring/skrzypionki/recommendations/index/2015/5> jednak prognozy dotyczące szkodników dotyczą głównie Wielkopolski.

System sygnalizacji agrofagów ważniejszych upraw rolniczych jest dostępny na stronie Instytutu Ochrony Roślin PIB <http://stanfit.ior.agro.pl/szukaj/home>. Obej-

muje zboża (pszenica jara i ozima, jęczmień ozimy), kukurydzę, ziemniaka, buraka cukrowego oraz rzepak ozimy.

Inny system sygnalizacji agrofagów jest dostępny na stronach Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa <https://piorin.gov.pl/sygn/start.php> Obejmuje ważniejsze organizmy szkodliwe różnych upraw, a ich monitoring jest prowadzony w zależności od regionu kraju. Po kliknięciu województwa i powiatu pojawia się lista upraw typowych dla danego rejonu, dla których prowadzona jest sygnalizacja.

7.5. Unikanie niepotrzebnego zużycia środków ochrony roślin

Jest to działanie ściśle w duchu integrowanej ochrony roślin. Zwróćmy uwagę, że celem wszystkich pozostałych zaprezentowanych powyżej narzędzi jest umożliwienie stosowania środków tylko wtedy, kiedy to zasadne, a zatem unikanie niepotrzebnych zabiegów. Mierniki ekonomiczne pokazują, kiedy zastosowanie ochrony chemicznej będzie nieopłacalne, progi szkodliwości – kiedy niepotrzebne, natomiast systemy wspomaganie decyzji wskazują na możliwość obniżenia dawek. Różnego typu systemy monitoringu organizmów szkodliwych także umożliwiają określenie, kiedy nie ma zagrożenia, a zatem wykonanie zabiegu chemicznego jest zbędne. Unikanie niepotrzebnego zużycia środków ochrony roślin wymaga jednak wiedzy oraz znajomości przepisów. Warto zatem poświęcić trochę uwagi sprawom prawno-organizacyjnym.

Niewykonanie zabiegu chemicznego nie budzi żadnych wątpliwości w sensie prawnym. Natomiast, różne formy stosowania dawek obniżonych oraz łącznego stosowania środków ochrony roślin już tak. Warto zatem jasno podkreślić, że obecnie przepisy zezwalają na stosowanie środków ochrony roślin w dawkach obniżonych, na dziele dawek oraz łączne stosowanie środków ochrony roślin. Ograniczenia są tylko dwa:

- etykieta: jeżeli etykieta czegoś wprost zabrania (np. obniżania dawek lub łącznego stosowania) to należy tego przestrzegać;
- zapobieganie powstawaniu odporności – stosowanie środków ochrony roślin w dawkach obniżonych (jeżeli jest prowadzone niewłaściwie) może sprzyjać wykształceniu odporności przez agrofagi, w związku z tym decyzje o zastosowaniu środka ochrony roślin w dawce niższej od zalecanej w etykiecie muszą być podejmowane z dużą ostrożnością, w oparciu o wiedzę, doświadczenie i obserwacje lub profesjonalne doradztwo.

Stosowanie obniżonych dawek środków ochrony roślin ma dwie podstawowe zalety:

- niższy koszt zabiegu ochrony roślin (zużywamy mniej środka na hektar). Zysk rolnika z tytułu stosowania obniżonej dawki jest tym wyższy, im

większy areal zostaje poddany zabiegowi chemicznemu i im większa będzie redukcja dawki;

- zmniejszenie obciążenia środowiska chemikaliami.

Obniżając dawki należy pamiętać jednak także o możliwych skutkach niepożądanych.

- Nieprzemyślane i nadmierne obniżanie dawki może prowadzić do braku skuteczności zabiegu. Całkowity brak skuteczności zabiegu jest z finansowego punktu widzenia zwykle znacznie gorszy dla rolnika niż niewykonanie zabiegu, ponieważ do strat wywołanych działaniem organizmów szkodliwych trzeba doliczyć koszty użytego środka ochrony roślin oraz koszty zabiegu.
- Może zwiększać zagrożenie wystąpienia odporności organizmów szkodliwych na stosowane środki ochrony roślin. Zwiększone ryzyko rozwoju odporności ma miejsce, kiedy część organizmów szkodliwych zostaje zwalczona (zabieg jest częściowo skuteczny), ale część przeżywa i jest zdolna do rozmnażania. Ze względu na to, że przeżywają te nieco odporniejsze, potomstwo tych organizmów jest mniej wrażliwe na dany środek. Powtórzenie takiej sytuacji kilkukrotnie może doprowadzić do całkowitego uodpornienia na substancję aktywną lub nawet całą grupę substancji. Ryzyko rozwoju odporności dotyczy wszystkich organizmów szkodliwych, ale jest szczególnie duże w przypadku szkodliwych owadów.
- Utrata gwarancji producenta. Producent środka ochrony roślin jest odpowiedzialny za jego skuteczność tylko wtedy, gdy zostanie on zastosowany w dawkach zalecanych w etykiecie. Decydując się na obniżenie dawki, rolnik pozbawia się zatem prawa do reklamacji z tytułu braku skuteczności lub obniżonej skuteczności. Zachowuje pełne prawo do reklamacji jedynie w przypadku wystąpienia objawów fitotoksyczności na uprawie chronionej.

7.6. Stosowanie dawek dzielonych

Jedynym ograniczeniem, jeżeli chodzi o dzielenie dawek, są zapisy etykiet. Jako zakaz dzielenia dawek należy traktować zalecenie, że środek należy stosować tylko raz w sezonie wegetacyjnym, jak również zalecenie etykiety, że zabieg należy wykonywać tylko w dawce zalecanej przez producenta.

Jednak wiele innych zapisów etykiety może wpływać na sposób dzielenia dawek. Poniżej przykłady takich zapisów.

- Zakaz stosowania środka więcej niż 2- lub 3-krotnie w czasie sezonu wegetacyjnego – oznacza, że można dzielić dawki, ale nie wolno przekroczyć maksymalnej liczby zabiegów podanej w etykiecie.

- Nakaz zachowania określonego odstępu czasowego między zabiegami – można dzielić dawkę, ale z zachowaniem tego odstępu (co czasem oznacza, że nie można zastosować podzielonej dawki tyle razy, ile byśmy chcieli).
- Nakaz wykonania zabiegu tylko w określonej fazie rozwojowej rośliny uprawnej albo agrofaga – można dzielić dawkę, ale z zachowaniem zalecenia etykiety (inaczej może wystąpić obniżenie skuteczności lub fitotoksyczność).
- Podanie okresu, który musi minąć od ostatniego zabiegu do zbioru – można dzielić dawkę, ale termin ostatniego zabiegu musi umożliwić zachowanie tego odstępu (inaczej środek nie zdąży się rozłożyć i jego pozostałości w niedozwolonej ilości będą wykrywane podczas badań kontrolnych).

Łączne stosowanie środków ochrony roślin oznacza ich stosowanie wspólnie z innymi środkami ochrony roślin lub też innymi agrochemikaliami, np. nawozami. Umożliwia nam przede wszystkim obniżenie kosztów zabiegu i oszczędność czasu. Mniej wjazdów na plantację to także mniejsze ugniatanie gleby i mniej mechanicznych uszkodzeń roślin. Pamiętajmy jednak, że wskutek oddziaływania między agrochemikaliami mogą nastąpić niepożądane zmiany, np. pogorszenie skuteczności działania, wzrost fitotoksyczności dla rośliny uprawnej, czy też wzrost toksyczności dla pszczół. Zmiany te są czasami trudne do przewidzenia. Należy też wziąć pod uwagę, że wskutek oddziaływania pomiędzy składnikami mieszaniny może pojawiać się pienienie albo osad, a wytrącający się osad może spowodować zapchanie lub nawet uszkodzenie opryskiwacza. Warto podkreślić, że etykiety środków ochrony roślin rzadko zawierają ostrzeżenia przed ich łącznym stosowaniem. Wynika to z faktu, że do niedawna łączne stosowanie środków ochrony roślin było zakazane.

O czym należy pamiętać stosując środki ochrony roślin łącznie?

- Środki ochrony roślin są w większości przeznaczone do samodzielnego stosowania i podejmując decyzję o tym, by zastosować je łącznie, należy zachować ostrożność.
- Podczas stosowania mieszanin należy stosować takie zabezpieczenia, jakie są zalecane dla preparatu najbardziej toksycznego.
- Termin zabiegu musi być właściwy (odpowiadać zalecanej przez etykietę fazie wzrostu rośliny uprawnej lub fazie rozwoju organizmu szkodliwego). Nie wolno zmieniać zalecanego terminu stosowania jednego ze środków tylko dlatego, żeby zastosować go łącznie z innym. Łączne stosowanie ma sens tylko wtedy, gdy terminy zaleconego stosowania środków się pokrywają.
- Dla zmniejszenia prawdopodobieństwa reakcji pomiędzy składnikami mieszaninę należy sporządzić tuż przed wykonaniem zabiegu.

- Mieszając niewielką ilość środków w szklanym naczyniu i pozostawiając na pewien czas, możemy zaobserwować czy zachodzą widoczne gołym okiem zmiany (kłaczenie, osad). Brak zmian nie daje pewności, że wystąpią negatywne następstwa, ale zmniejsza ich prawdopodobieństwo.
- Niekorzystne dla wielu mieszanin jest zbyt gwałtowne łączenie składników.
- Niekorzystne jest stosowanie do sporządzania mieszanin wody zanieczyszczonej oraz wody bardzo zimnej.
- Prawdopodobieństwo wystąpienia objawów niepożądanych rośnie wraz ze wzrostem liczby składników mieszaniny.

7.7. Wybór środka ochrony roślin

Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin przy wyborze środków ochrony roślin, należy dawać pierwszeństwo metodom biologicznym, fizycznym i innym metodom niechemicznym. Jeżeli jednak już dochodzi do presji agrofaga to warto podkreślić, że dostępność metod biologicznych możliwych do skutecznego stosowania w uprawach pod gołym niebem jest w naszych warunkach atmosferycznych niewielka (Matyjaszczyk 2012 i 2014, Bereś i Pruszyński 2014). Realną możliwość ograniczania liczebności organizmów szkodliwych na tym etapie dają głównie środki chemiczne. Ich wyboru należy dokonywać nie tylko pod kątem ceny zabiegu, ale przede wszystkim pod kątem skuteczności, bezpieczeństwa organizmów nie będących celem zwalczania oraz zapobiegania odporności.

Rozwój odporności jest elementem procesu ewolucji. Każdy organizm poddawany próbom usunięcia go ze środowiska, dąży do zaadaptowania się do nowych warunków. Wielokrotne stosowanie środków ochrony roślin zawierających te same substancje aktywne albo nawet różne substancje aktywne, ale o podobnym mechanizmie działania, doprowadzi w końcu do powstania odporności. Dbajmy zatem o rotacje stosowanych środków, nie zwracając przy tym uwagi jedynie na nazwy, ale na substancje aktywne, grupy chemiczne, do których należą i ich mechanizm działania. Jednym z podstawowych narzędzi zapobiegania odporności jest przemienne stosowanie środków ochrony roślin zawierających substancje aktywne o odmiennych mechanizmach działania (Sobczak 2013). Dobierając środki chemiczne należy zatem bezwzględnie pamiętać o ich rotacji i nawet jeśli pociąga to za sobą nieco wyższe koszty, leży w dobrze pojętym interesie ekonomicznym rolnika.

Przy wyborze metody ochrony roślin warto podkreślić, że w związku z propagowaniem integrowanej ochrony roślin opracowywane są także metody umożliwiające redukcję stosowania środków chemicznych przy zachowaniu skuteczności.

Jako przykład można podać metody odchwaszczania łączące mechaniczne usuwanie chwastów (w międzyrzędziach) ze stosowaniem herbicydu na rzędy rośliny uprawnej.

Opłacalności integrowanej ochrony roślin nie można zawęzić tylko do wyboru najkorzystniejszego cenowo środka i zaleceń, aby go stosować tylko wtedy, kiedy to potrzebne i tylko w takiej dawce, która jest niezbędna do osiągnięcia skuteczności. Należy pamiętać, że ogromny wpływ na opłacalność uprawy i ograniczanie liczebności organizmów szkodliwych ma całokształt działań agronomicznych, łącznie z planowaniem płodozmianu oraz wybór odpowiedniego materiału siewnego (Gacek 2000, Parylak i in. 1999, Tratwal 2011, Bereś i Pruszyński 2008).

PODSUMOWANIE

Prowadzenie ochrony roślin zgodnie z zasadami integrowanej ochrony nakłada na producenta rolnego obowiązek przestrzegania ustalonych zasad, ale także prowadzenia działań dających się ująć w trzech grupach zagadnień.

1. Stworzenie optymalnych warunków dla wzrostu roślin oraz zapobieganie pojawowi i rozmnażaniu się organizmów szkodliwych. Do tej grupy działań należy zaliczyć:
 - utrzymanie gleby w wysokiej kulturze,
 - stosowanie płodozmianu,
 - korzystanie ze zdrowego materiału rozmnożeniowego,
 - stosowanie prawidłowej agrotechniki,
 - wybór uprawy i odmiany z wykorzystaniem wiedzy o odporności i tolerancji odmian (patrz: metoda hodowlana),
 - prawidłowe nawożenie,
 - właściwy dobór terminu sadzenia lub siewu,
 - optymalną w danych warunkach ilość wysiewu i zachowanie izolacji upraw,
 - nawodnienie,
 - zbiór i prawidłowe warunki przechowywania,
 - ochronę gatunków pożytecznych i stwarzanie warunków do ich przebywania i rozwoju (patrz: metoda biologiczna),
 - zachowanie higieny i porządku w gospodarstwie,
 - dbałość o sprzęt rolniczy i przeprowadzanie przeglądu opryskiwaczy.
2. Analiza stanu upraw i podstawy podjęcia decyzji o potrzebie działań interwencyjnych:
 - znajomość występujących na danym terenie organizmów szkodliwych,

- stałe prowadzenie obserwacji nad pojawem i nasileniem występowania organizmów szkodliwych,
- korzystanie z informacji przekazywanych przez instytuty naukowe, służby doradcze, producentów środków ochrony roślin i ich dystrybutorów,
- znajomość progów szkodliwości,
- obserwacje nad występowaniem wrogów naturalnych i zdrowotnością populacji organizmów szkodliwych,
- wykorzystanie informacji o przebiegu warunków klimatycznych,
- wykorzystanie systemów wspomagających decyzję o podjęciu interwencji,
- podjęcie decyzji o zastosowaniu jednej z metod ochrony w przypadku zagrożenia ilości i jakości plonu.

3. Zabiegi interwencyjne w celu ograniczenia lub zapobiegnięcia wzrostowi nasilenia organizmu szkodliwego zawsze w pierwszej kolejności rozpatrzć możliwość wykorzystania jednej z metod:

- metody biologicznej,
- metody agronomicznej,
- metody hodowlanej,
- metody mechanicznej lub
- metody fizycznej.

Dopiero w przypadku, gdy żadna z metod niechemicznych nie może zagwarantować skutecznej ochrony uprawy należy wykorzystać metodę chemiczną zwracając szczególną uwagę na dobór środka ochrony roślin, jego dawkę oraz termin zastosowania.

W niniejszym opracowaniu brak jest, ze względu na założoną od początku treść podręcznika, rozdziału omawiającego rejestrację pojawu i nasilenia organizmów szkodliwych oraz warunków, w jakich należy podjąć decyzję o zabiegu. To podstawowe informacje w realizacji integrowanej ochrony roślin i należy zachęcić do zapoznania się z bogatą literaturą dotyczącą tego zagadnienia, a także mieć stały kontakt z pracownikami doradztwa rolniczego (Pruszyński, Walczak 2010).

Powracając natomiast do przedstawionych działań profilaktycznych oraz metod ochrony to wielu producentów może powiedzieć, że stosuje wymienione czynności od wielu lat, a zatem prowadzi integrowaną ochronę roślin. Nic bardziej błędnego. Integrowana ochrona roślin wymaga, aby poszczególne działania miały swoje uzasadnienia nie tylko w spełnieniu wymagań uprawowych roślin, ale także, aby równolegle uwzględniały wymagania ochrony roślin. Praca producenta nie może być rutyną, ale wynikać z jego wiedzy o środowisku pola uprawnego i o prawi-

dłowym reagowaniu na zachodzące w nim zmiany. Warto tu zacytować fragment z wydanego w Państwowej Szkole Ogrodnictwa w Poznaniu w 1927 r. Komunikatu „Walka ze szkodnikami sadów wiosną przed pękaniem pączków zimowych”, którego autorem był dr J. Ruszkowski.

„Zwalczanie ważniejszych chorób i szkodników roślin zwykle się wielokrotnie opłaca pod warunkiem, że ogrodnik:

- wie, z jakim szkodnikiem lub chorobą zamierza walczyć,*
- czyni wszystko, co w danym przypadku należy w odpowiednim czasie i dokładnie,*
- nie trzyma się rutyny, lecz znając zwyczaje swoich wrogów, przystosowuje swe czynności do nie dających ujść się w szablon czynników wywierających wpływ w danym razie – jak właściwości danego klimatu, gleby, odmiany i stanu zdrowotności roślin, pogody, specyficznych warunków gospodarczych itd., itd.”*

Przedstawione wyżej zalecenia nie tylko, że nie straciły na swojej aktualności, ale odwrotnie nabrały obecnie jeszcze większego znaczenia. Upowszechnienie integrowanej ochrony roślin wymaga zaangażowania, aktywnego udziału i dobrej współpracy nauki, doradztwa rolniczego, przedstawicieli władz rządowych i samorządowych oraz producenta rolnego. Według wielu specjalistów to właśnie od wiedzy i przygotowania zawodowego producenta rolnego będzie zależeć upowszechnienie integrowanej ochrony roślin.

To producent jest najważniejszą postacią i to od jego znajomości procesów zachodzących w środowisku pola uprawnego i prawidłowych decyzji, co do potrzeby i wyboru zastosowanej metody zależeć będzie realizacja ochrony upraw zgodnie z założeniami integrowanej ochrony oraz ilość i jakość uzyskanego plonu oraz bezpieczeństwo konsumentów.

Dlatego też należy zachęcić pracowników związanych z produkcją rolniczą do pogłębiania swojej wiedzy poprzez udział w szkoleniach i korzystaniu z dostępnej literatury, aby realizowanie oraz udział integrowanych programów ochrony roślin były oparte na analizie aktualnej sytuacji na polu uprawnym oraz prawidłowym wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod.

LITERATURA

Rozdział 1

1. Beres P. K., Lisowicz F. 2005. Przydatność kruszynka (*Trichogramma spp.*) w ochronie kukurydzy przed omacnicą prosowianką w gospodarstwach ekologicznych. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin. Poznań* 45 (1): 47-51.
2. Boczek J., Lipa J. J. (red.). *Biologiczne metody walki ze szkodnikami roślin*. PWN Warszawa: 594 str.
3. Boczek J., Gawroński S., Pruszyński S. 2014. Biologiczne metody zwalczania chwastów: możliwości i praktyka. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 2: 66-73.
4. Fadejew I. N. 1980. Osiągnięcia i perspektywy rozwoju badań i praktycznego wykorzystania biologicznych środków ochrony roślin w krajach RWPG. *Mat. XX Sesji Inst. Ochr. Roślin. Poznań*: 107-117.
5. Filippov N. A. 1989. The present state and future outlook of biological control in USSR. *Acta Entomologica Fennica* 33: 11-18.
6. Flint M. L., van den Bosch R. 1981. *Introduction to Pest Management*. Plenum. New York: 240 str.
7. FAO. 1995. International standards for phytosanitary measures. ISPM. No. 3. Guidelines for the export, shipment, import and release of biological agents and other beneficial organisms. Secretariat of the International Plant Protection Convention. Rzym: 32 str.
8. Górski P. 1973. Praktyczne wykorzystanie kruszynka zmiennego (*Trochogramma evanescens* West.) w zwalczaniu pachówki strączkóweczki (*Laspeyresia nigricana* Steph.) na dużych polach produkcyjnych w latach 1970-1971 na terenie województwa gdańskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 144: 211-218.
9. Lipa J. J. 1995. Międzynarodowy Kodeks FAO o postępowaniu podczas importu i uwalniania czynników biologicznego zwalczania. *Mat. XXXX Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin. Cz. I Referaty*: 87-92.
10. Lipa J. J., Pruszyński S. 1967. Biologiczne metody zwalczania chwastów. *Post. Nauk. Roln.* 3: 69-87.
11. Lipa J. J., Pruszyński S. 1985. Biologiczna ochrona roślin w Polsce w ubiegłych 25 latach i jej tendencje rozwojowe w latach przyszłych. *Mat. XXV Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin. Poznań*: 41-62.
12. Lipa J. J., Pruszyński S. 2010. Stan wykorzystania metod biologicznych w ochronie roślin w Polsce i na świecie. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin.* 50 (3): 1033-1043,
13. Pietr S.J. 2016. Grzyby w przyrodzie zwalczają inne grzyby. *Nowoczesna uprawa* 3:102 – 105.
14. Porčinski J. A. 1912. Naši boží korowki i ich hozajstviennoje značenje. *Trudy po Entomologii*. I Petersburg: 84 str.
15. Pruszyński S. 1989. 100 lat introdukcji owadów pożytecznych w ochronie roślin. *Mat. XXIX Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin. Poznań*: 103-112.
16. Pruszyński S. 1997. Practical Application of Biological Method in Plant Protection in Several Countries of Central – Eastern Europe. *Proc. Sym. „Effectiveness and Practical application of biological control in plant protection”*. Skierniewice, March 18-19, 1997: 9-16.
17. Pruszyński S., Walczak F. 2010. Monitoring agrofagów – podstawa integrowanej ochrony roślin. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. 4: 5-20.

18. Sosnowska D., Fiedler Ż. 2013. Metody biologiczne i ochrona organizmów pożytecznych. W „Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony”. M. Mrówczyński – red. PWRiL, Poznań: 45-58.
19. Stern V. M., Smith R. F. van den Bosch R., Hagen K. S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29 (2): 81-101.
20. Tomalak M. 1995. Nicienie owadobójcze nowym, skutecznym czynnikiem zwalczania ziemiówek w uprawie pieczarki. Ogólnopolska Konferencja „Nowości w uprawie grzybów”. Poznań: 43-49.
21. Tomalak M. 2007. Rejestracja biologicznych środków ochrony roślin w Europie – nowe perspektywy. *Prog. Plant Protec./Post Ochr. Roślin.* 47 (4): 234-240.
22. Tomalak M. 2010. Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. *Prog. Plant Protec./Post. Nauk Roln.* Poznań. 50 (3): 1053-1068.
23. Tomalak M., Sosnowska D., Lipa J. J. 2011. Tendencje rozwoju metod biologicznych w ochronie roślin. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin.* Poznań.
24. Wiąckowski S. K. 2006. Biologiczne metody ochrony roślin w Polsce: historia, sukcesy, niepowodzenia, perspektywy. Kielce: 205 str.
25. Woźnica Z. 2012. *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów.* PWRiL: 430 str.

Rozdział 2.1.

1. Błażejewska A., Krajewska B. 1983. Redukcja larw słodyszka rzepakowego przez pasożyta *Isurgus heterocerus* Thoms. *Ochr. Rośl.*, 5; 3-4.
2. Hokkanen H., Husberg G.-B., Soederblom M. 1988. Natural enemy conservation for the integrated control of the rape blossom beetle *Meligethes aeneus* F. *Anm. Agr. Fenn.* 27 (4): 281-294.
3. Karg J. 1970. Elimination of the Colorado betele (*Leptinotarsa decemlineata* Say) by Carabidae. *Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences. Serie Sciences Biologiques:* 18: 397-400.
4. Karg J. 1976. Colorado betele in agrocenoses of the Central Wielkopolska. *Polish Ecological Studies* 2: 63-86.
5. Lipa J. J., Sosnowska D., Pruszyński S. 1998. Advances In biological control of *Leptinotarsa decemlineata* In Poland. *OEPP/EPPO Bulletin* 28: 463-469.
6. Olszak R. 1978. Drapieżne biedronkowate. W: „Biologiczne metody walki ze szkodnikami roślin” – Boczek J., Lipa J.J. – red. PWN Warszawa: 253-266.
7. Olszak R. W. 2005. Rola drapieżnych i pasożytniczych stawonogów w regulacji liczebności szkodników sadów. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 45 (1): 325-335.
8. Olszak R. W. 2010. Rola parazytoidów błonkoskrzydłych w regulacji liczebności roślinożerców. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 50 (3): 1095-1102.
9. Pałosz T., Mrówczyński M., Muśnicki Cz. 1994. Podstawy integrowanej ochrony rzepaku ozimego przed agrofagami. *Mat. XXXIV Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin cz. I Referaty:* 111-116.
10. Pruszyński S. 2013. Postępy w badaniach i wykorzystanie entomofagów w integrowanej ochronie roślin. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 53 (2): 1-6,
11. Rubcow I. 1951. Biologiczna metoda walki ze szkodliwymi owadami. PWRiL Warszawa: 346 str.

12. Samersov V. F. 1994. Zasady opracowania systemów ochrony roślin w integrowanej produkcji roślinnej. Mat. XXXIV Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin cz. I referaty Poznań: 79-81.
13. Samersov V. F., Triepaszkó L. I. 1999. Metodologia opracowywania integrowanych systemów ochrony roślin. Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin 39 (1): 33-36,
14. Tomalak M., Sosnowska D. (red.). Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań: 95 str.
15. Wnuk A. 1978. Drapieżne muchówki. W: „Biologiczne metody walki ze szkodnikami roślin.” – Boczek J., Lipa J.J. – red. PWN Warszawa: 267-285.

Rozdział 2.2.

1. Banaszak J. 1982. Występowanie i liczebność pszczoł (*Hymenoptera, Apoidea*) na rzepaku ozimym. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach. XXXIII C: 117-127.
2. Banaszak J. 1987. Pszczoły i zapylanie roślin. PWRiL Poznań: 255 str.
3. Banaszak J. 1993. Ekologia pszczoł. PWN Warszawa – Poznań: 263 str
4. Bartoszewicz J., Wągrowiska E. 1975. Chronimy pszczoły. PWRiL Poznań: 100 str.
5. Boczek J. 1990. Owady i ludzie. PWN Warszawa: 236 str.
6. Celary W. 2007. Sto lat dla pszczoł. Academia, 1 (9): 12-15.
7. Gromisz Z. 1980. Toksyczność pestycydów dla pszczoł. W: „Entomologia a intensyfikacja rolnictwa”. Sandner H.(red.). PWN, Warszawa: 55-62.
8. Gromisz Z. 1990. Ochrona pszczoł przed zatruciami. PWRiL, Warszawa: 99 ss.
9. Kelm M., Fostiak I., Kaczmarzyk M., Klukowski Z. 2003. Charakterystyka zgrupowania pszczoł Apoidea na uprawach rzepaku ozimego. Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin 43 (1): 172-181.
10. Michener C. D. 2007. The bee of the word. The Johns Hopkins University Press: 972 str.
11. Palicka L. 2002. Pszczoła miodna i jej gospodarcze znaczenie. Oddział Zamiejscowy WODR w Sielinku: 15 str.
12. Pawlikowski T., Celary W. 2006. Investigations on species resources of bees (Hymenoptera, Apiformes) In Poland during last century. J. Apicul. Science. Vol. 50 (2): 21-32.
13. Pidek A. 1999. Następstwa zatrucia pszczoł środkami ochrony roślin. Ochrona Roślin, 9: 7-9.
14. Pruszyński G. 2007. Zapobieganie zatruciom pszczoł w zabiegach ochrony roślin. Fragmenta Agronomica. 4 (96): 120-126.
15. Pruszyński G. 2008. Zagrożenie zapylaczy w zabiegach ochrony roślin. Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin. 48 (3): 798-803.
16. Pruszyński G. 2014. Laboratoryjna ocena wrażliwości pszczoł dziko żyjących (Hymenoptera, Apoidea) na wybrane środki ochrony roślin i ich mieszaniny. Praca doktorska. Biblioteka Inst. Ochrony Roślin – PIB: 85 str.
17. Pruszyński G., Skubida P. 2012. Dobra praktyka ochrony roślin. Ochrona zapylaczy podczas stosowania środków ochrony roślin. Ekspertyza Min. Rol. i Rozwoju Wsi: 46 str.
18. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Zdrowia z 24.II.1959 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu środków chemicznych w rolnictwie. Dz. U. z 1960 r. nr 1, poz. 4.
19. Skubida P. 2007. Zatrucia pszczoł jako czynnik powodujący istotne straty w pszczelarstwie. Pszczelarz Polski 5 (127): 10-12.

20. Zarządzenie Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Poznaniu z 14.07.1967 r. w sprawie zapobiegania rozwlekaniu zaraźliwych chorób pszczoł, acjonalnego wykorzystania pastwisk (pożytków) pszczelich oraz ochrony pszczoł przy stosowaniu zabiegów ochrony roślin środkami chemicznymi. Dz. U. WRN w Poznaniu nr 16 poz. 149.
21. Zniszczyński Z. 1980. Zatrucia pszczoł na Lubelszczyźnie w latach 1968-1977. W: „Entomologia a intensyfikacja rolnictwa”. Sandner H.(red.). PWN, Warszawa: 97-111.

Rozdział 2.3.

1. Bałazy S., Karg J. 2009. Wpływ struktury krajobrazu na występowanie agrofagów w uprawach rolniczych. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 49 (3): 1015-1034.
2. Dobrzański A., Adamczewski K. 2009. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitycenozy. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 49 (3): 982-995.
3. Dąbrowski Z. T. 2010. Wzbogacanie oporu środowiska jako kierunek rozwoju metod biologicznych. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 50 (3): 1044-1052.
4. Dąbrowski Z. T., Wysocki Cz. 2009. Potrzeba działań interdyscyplinarnych w ocenie znaczenia użytków ekologicznych i infrastruktury ekologicznej dla proekologicznej ochrony roślin. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 49 (3): 973-981.
5. Dąbrowski Z. T., Nowacki J., Łykowski W., Borkowska M. 2013. Wzbogacanie różnorodności biologicznej agrocenozy poprzez wysiewanie wybranych gatunków roślin kwitnących. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 53 (4): 844-849.
6. Hurej M., Król J., Twardowski J. 1998. Attraction of aphid predators by cultivated and weedy strip. *Aphids and Rother Homopterous Insects* 6: 117-124.
7. Kamiński Z. (red.) 1998. Stan środowiska w Polsce. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa: 174 str.
8. Olszak R. W., Pruszyński S., Nawrot J. 2003. Chemiczna ochrona roślin, a ochrona środowiska – stan obecny i przyszłość. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 43 (1): 304-310.
9. Pałosz T. 2001. Ocena wpływu czynników agroklimatycznych na liczebność biegaczowatych metodą korelacji. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 42 (2): 481-484.
10. Podgajnik T. (red.). 1997. Agenda 21 w Polsce. Sprawozdanie z realizacji w latach 1992-1996. Naukowa Fundacja Ochrony Środowiska. Warszawa: 158 str.
11. Pruszyński S. 2011. Ochrona roślin a bioróżnorodność. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4 (11): 7-22.
12. Pruszyński S., Sosnowska D. 2009. Ochrona bioróżnorodności w nauce i praktyce ochrony roślin. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 18: 165-173.
13. Pruszyński S., Pruszyński G. 2013. Zrównoważone stosowanie pestycydów. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 2: 23-39.
14. Rola H., Rola J., Domaradzki K., Gołębiowska H. 2009. Strategia regulacji zachwaszczenia w agrocenozach. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 18: 67-77.
15. Sokołowski A., Nijak K. 2001. Wpływ ochrony roślin okopowych na drapieżne stawonogi naziemne. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 41 (2): 517-519.
16. Szwejdka J. 2005. Aktualny stan ochrony roślin warzywnych przed szkodnikami w gospodarstwach ekologicznych. *Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Roślin* 45 (1): 469-476.
17. Zbierska J. 2007. Geneza idei i edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju. *Fragm. Agron.* 4: 275-281.

Rozdział 3

1. Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i nie chemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych. Ss. 221-241.
2. Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agrophysica* 14 (2): 263-273.
3. Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7 (1): 27-37.
4. Dubis B., Budzyński W. 2006. Reakcja pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5 (2): 15-24.
5. Głazek M. 2009. Konieczność pozbyć się resztek poźniwnych. *Nowoczesna uprawa* 07/2009: 15-17.
6. Grzebisz W. 2009. Nawożenie roślin uprawnych, t.2. Nawozy i systemy nawożenia. PWRiL.
7. Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Vorlet M. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa. 50-70.
8. Hołubowicz - Kliza G. 2011. Rolniczy atlas chwastów. IUNG –PIB, Puławy.
9. Hołubowicz - Kliza G., Korbas M. 2012. Rolniczy atlas chorób. IUNG -PIB, Puławy.
10. Horoszkiewicz -Janka J., Korbas M., Mrówczyński M. 2013. Metodyka integrowanej ochrony pszenicy ozimej i jarej dla producentów. IOR-PIB.
11. Jasińska Z., Kotecki A. 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu. 93-132.
12. Kotwica K., Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Walczak D. 2011. Wpływ nawożenia azotem i sposobu użyźniania gleby na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu. *Fragm. Agron.* 28 (3): 53-62.
13. Kordas L. 2009. Efektywność ekonomiczna różnych systemów uprawy roli w uprawie pszenicy ozimej po sobie. *Fragm. Agron.* 26 (1): 42-48.
14. Kościelniak W. 2010. Późny siew to mniejsze zło. *Nowoczesna uprawa*, 10/2010.
15. Marks M., Kurowski T., Makowski P. 2007. Zdrowotność pszenicy ozimej w zależności od jednorocznego sposobu ugorowania. *Fragm. Agron.* 4 (96): 11-17.
16. Mrówczyński M., Pruszyński S. 2006. Integrowana produkcja rzepaku. IOR -PIB.
17. Mrówczyński M., Wachowiak H., Boroń M., Zielińska W. 2005. Atlas szkodników rzepaku. IOR-PIB Poznań.
18. Murray TD., Parry DW., Cattlin ND. 1998. A colour handbook of diseases of small grain cereal crops. Manson Publishing, London.
19. Parylak D. 2006. Uprawa pszenicy ozimej po sobie z zastosowaniem uproszczeń w uprawie roli a występowanie chorób podstawy źdźbła. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 46 (2): 509-511.
20. Parylak D. 2007a. Zmiany środowiska glebowego pod wpływem upraszczania uprawy roli w monokulturze pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 1 (93): 213-220.
21. Parylak D. 2007b. Produkcyjność monokultury pszenicy ozimej w warunkach upraszczania uprawy roli. *Fragm. Agron.* 24 (4): 73-81.
22. Parylak D., Pytlarz E. 2013. Skutki produkcyjne monokultury pszenicy ozimej w warunkach upraszczania uprawy roli. *Fragm. Agron.* 30 (4): 114-121.

23. Podolska G. 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 231: 55-64.
24. Podolska G., Wyzńska M. 2011. Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na gęstość i termin siewu. *P. J. Agron.* 6: 44-51.
25. Pruszyński S. Wolny S. 2009. Przewodnik dobrej praktyki ochrony roślin. IOR-PIB.
26. Rosada J., Dubas A., Bubniewicz P. 2010. Perspektywy agrotechnicznych metod ochrony roślin. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 50 (3): 1181-1187.
27. Sekutowski T., Domaradzki K. 2009. Bioróżnorodność gatunkowa chwastów w monokulturze pszenicy ozimej w warunkach stosowania uproszczeń w uprawie roli. *Fragm. Agron.* 26 (4): 160-169.
28. Skowronek B. 2015. Bobowate - cenne źródło białka i obszar proekologiczny. *Rolnicze ABC* 2 (293).
29. Świętochowski B., Jabłoński B., Radomska M., Krężel R. 1996. Ogólna uprawa roli i roślin. *PWRiL. Ss*,367-369.
30. Uranowska A. 2015. Międzyplon ozimy, ścierniskowy czy śródplon? *Rolnicze ABC* 7 (298).
31. Weber R., Kita W. 2011. Zmienność nasilenia chorób podstawy źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od wysokości ścierni przedplonu i sposobu uprawy. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 879-883.
32. Weber R., Kita W. 2012. Występowanie kompleksu chorób podstawy źdźbła kilku odmian pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy roli i wysokości ścierni. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 52 (2): 323-326.
33. Weber R., Podolska G. 2008. Wpływ sposobu uprawy roli, terminu i gęstości siewu na plonowanie odmian pszenicy ozimej. *Inżynieria Rolnicza* 1 (99)/2008: 395-400.
34. Wesołowski M., Dąbek-Gad M., Maziarski P. 2007. Wpływ przedplonu i herbicydu na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 4 (96): 240-246.
35. Wojtala L., Parylak D. 2011. Znaczenie stanowiska i genotypu w ograniczaniu występowania chorób podsuszkowych na pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 51 (3): 1301-1304.
36. Woźniak A. 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5 (2): 99-106.
37. Katalog agrotechniczny wiosna 2013. Grupa Osadkowskiego
38. Uprawa kukurydzy – poradnik. KWS.
39. www.modr.mazowsze.pl – 03.2016 – Górczyńska M. Integrowana ochrona kukurydzy przed szkodnikami.

Rozdział 4

1. Arnell N.W., 2003. Relative effects of Multi-decadal climatic variability and changes in the mean and variability of climate due to global warming: future stream flows in Britain. *J. Hydrol.* 270: 195-213.
2. Arseniuk E. 2013. Hodowla odpornościowa i odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska w systemach zrównoważonego rolnictwa i zrównoważonej ochrony. Konferencja naukowa „Nauka dla Hodowli i Nasiennictwa Roślin Uprawnych”, Zakopane, 4-8.02.2013, Streszczenia: 13-15.

3. Barzman M., et al., 2015. Eight principles of integrated pest management. Review Article. *Agron. Sustain. Dev.* 17. DOI 10.1007/S 13593-015-0327-9.
4. Cattivelli I., Rizza F., Badeck F.W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Francia E., Mare C., Tondelli A., Stanca A.M., 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crop Research* 105: 1-14.
5. Chakraborty S., Newton A.C., 2011. Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathol.* 60: 2-14.
6. CIMMYT, 2008. Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55: 1095-1140.
7. Cooper J.M., Schmidt C.S., Wilkinson a., Lueck L., Hall C.M., Schotton P.N., Leifert C., 2006. Effect of organic, low – input and conventional production systems on disease incidence and severity in winter wheat. *Aspects of Applied Biology* 80: 121-126.
8. Costanzo A., Barberi P., 2014. Functional agrobiodiversity and agroecosystem services in sustainable wheat production. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 34: 327-348.
9. Czembor H. J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. *Mat. 2-giego Krajowego Sympozjum „Odporność Roślin Na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska”*, 12-14.09.1995. IHAR Radzików: 39-48.
10. Dordas C., 2000. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review, *Agron. Sustain. Dev.* 28: 33-46.
11. Döring T.F., Kovacs G., Wolfe M.S., Murphy K., 2011. Evolutionary plant breeding in cereals – into new era. *Sustainability* 3: 1944-1971.
12. Finckh M.R., Gacek E. S., Goyeau H., Lannou Ch., Merz U., Mundt C. C., Munk L., Nadziak J., Newton A. C., de Vallavieille – Poppe C., Wolfe M. S. 2000. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie*, 20: 813-837.
13. Finckh M.R., 2009. Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture *European Journal of Plant Pathology* 121: 399-409.
14. Finckh M.R., Mundt Ch.C.1992. Plant competition and disease in genetically diverse populations. *Oecology* 91: 82-92.
15. Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *hordei* Marchal.) *Hod. Rośl. Aklim.*, 34 (5/6): 3-49.
16. Gacek E., Behnke M. 2013. Sprawozdanie z realizacji porejestrowego doświadczałnictwa odmianowego w roku 2012, COBORU: 1-79.
17. Gacek E., Czembor H. J. Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. *Biuletyn IHAR*, Nr 200: 203-209.
18. Hajlar R., Jarvis D.I., Gemmill-Herren B., 2008. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123: 261-270.
19. Ives A.R., Carpenter S.R., 2007. Stability and diversity of ecosystems. *Science* 317: 58-62.
20. Mazzola M., Gu Y.H., 2000. Impact of wheat cultivation on microbial communities from replant soils and apple growth in greenhouse trials. *Phytopathology* 90: 114-119.
21. Michalski T., Kowalik I., Idziak R., Horoszkiewicz-Janka J. 2004. Mieszanki jako ekologiczna metoda uprawy zbóż. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. *Monografia. PIMR, Poznań*: 28-36.

22. Murphy K.M., Dawson J., Jones S.S., 2008. Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed suppression in spring wheat landraces and modern cultivars. *Field Crops Research*, 105: 107-115.
23. Murphy K.M., Carter A.H., Jones S.S., 2013. Evolutionary Breeding and Climate Change. *Genomics and Breeding for Climate – resilient crops*. Springer pp: 377-389.
24. Newton A.C., Guy D.C., 2011. Scale and spatial structure effects on the outcome of barley cultivar mixture trials for disease control. *Field Crops Research* 123: 74-79.
25. Noworolnik K. 2000. Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. *Pamiętnik Puławski*. 120(2): 325-329.
26. Østergaard H., Finckh M.R., Fontaine L., Goldringer I., Hood S.P., Kristensen K., Lammerts van Bueren E.T., Mascher F., Munk L., Wolfe M.S., 2009. Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. *Journal of Science of Food and Agriculture* 89: 1439-1445.
27. Phillips S.L., Wolfe M.S., 2005. Evolutionary plant breeding for low input systems. *Journal of Agricultural Science* 143: 245-254.
28. Rassmusson D., 1987. An evaluation of ideotype breeding. *Crop Science* 27: 1140-1146
29. Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. *Mat. z Ogóln. Konf. „Stan i Perspektywy Uprawy Mieszanek Zbożowych”*, Poznań: 7-15.
30. Sari E., Etebarian H.R., Aminian H., 2008. Effects of *Pseudomonas fluorescens* CH AO on the resistance of wheat seedling roots to the take – all fungus *Gaeumannomyces graminis var. tritici*. *Plant Production Science* 11: 298-306.
31. Suneson C.A., 1956. An evolutionary plant breeding method. *Agronomy Journal* 48: 188-191.
32. Szempliński W., Budzyński W. 2011. Cereal mixtures in polish scientific literature in the period 2003-2007. Review article. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10 (2): 127-140.
33. Tratwal A., Roik K., Bocianowski J. 2014. The effect of growing mixtures of spring barley cultivars on pest occurrence and yields. *Polish Journal of Entomology Polskie Pismo Entomologiczne*, DOI: 10.2478/pjen-2014- 0023VOL. 83: 295-311.
34. Tratwal A., Walczak F. 2010. Powdery mildew (*Blumeria graminis*) and pest occurrence reduction in spring cereals mixtures. *Journal of Plant Protection Research*, Vol. 50 (3): 372-377.
35. Walczak F., Tratwal A., Roik K., Bandyk A., Bocianowski J. 2011. Wpływ uprawy odmian pszenicy ozimej w formie mieszanek na występowanie szkodników i plonowanie. *Fragm. Agron.* 28 (4): 131-138.
36. Walters D.R., Bingham I.J., 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.*, 151: 307-324.
37. Wolfe M.S., Baresel J.P., Desclaux D., Goldringer I., Hoad S., Kovacs G., Löschenberger F., Miedaner T., Østergaard H., Lammerts van Bueren E.T., 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* 163: 323-346.
38. Wolfe M.S. 1990. Intra-crop diversification: disease, yield and quality. *Monograph-British Crop Protection Council*, 45:105-114.
39. Wu H., Pratley J., Lemerle D., Haig T., 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research* 39: 171-180.

Rozdział 6

1. Doruchowski G., Hołownicki R. 2008. Przewodnik dobrej praktyki organizacji ochrony roślin. Wydawnictwo Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa. Skierniewice: 93.
2. Doruchowski G., Hołownicki R., Świechowski W., Godyń A. 2014. Dobra praktyka postępowania przy stosowaniu środków ochrony roślin. Wydawnictwo Instytutu Ogródnictwa. Skierniewice: 52.
3. Metcalf R. 1977. Pestycydy i zakres ich stosowania. Pestycydy w środowisku. Red. R. White-Stevens, PWRiL. Warszawa: 17-148.
4. Podgórska B., Czaplicki E. 1998. Proces dopuszczania środków ochrony roślin do obrotu i stosowania jako podstawa zabezpieczenia ochrony środowiska. Degradacja środowiska naturalnego w rolniczej działalności z uwzględnieniem ochrony roślin – mity i fakty. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Roślin. Poznań: 22-35.
5. Pruszyński S. 1988. Rozwój ochrony roślin po II wojnie światowej z uwzględnieniem ochrony środowiska. Degradacja środowiska naturalnego w rolniczej działalności z uwzględnieniem ochrony roślin – mity i fakty. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Roślin. Poznań: 7-20.
6. Pruszyński S., Wolny S. 2007. Przewodnik Dobrej Praktyki ochrony roślin. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Roślin. Poznań: 80.
7. Pruszyński S., Bartkowski I., Pruszyński G., 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań: 56.
8. Stobiecki T. 1970a W obronie chemicznej ochrony roślin. 47 Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin. Poznań: 57-70.
9. Stobiecki T. 1970b Pesticide regulations and residue problems in Poland. Residue Reviews Vol. 33, Ed. F. A. Gurzther, Springer Verlag: 1-14.

Rozdział 7

1. Bereś P., Pruszyński G. 2008 Ochrona kukurydzy przed szkodnikami w produkcji integrowanej Acta Sci. Pol., Agricultura 7 (4): 19-32.
2. Dąbrowski Z.T. 2001 Wskaźniki i kryteria oceny programów integrowanej ochrony roślin. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 41 (1): 77-87.
3. Dąbrowski Z.T. 2004 Progi ekonomicznej szkodliwości – teoretyczne podstawy, a zastosowanie w praktyce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 44 (1): 28-35.
4. Gacek E. 2000 Wykorzystanie różnorodności genetycznej roślin w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. Post. Nauk Rol. 5: 17-25.
5. Gmiąt A. 2014 Wybrane zagadnienia z ekonomiki ochrony roślin ważne dla praktyki rolniczej. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach oraz Stowarzyszenie producentów i doradców rolnictwa z siedzibą w Brzesku. Karniowice, Brzesko 52 ss.
6. Golinowska M. 2012 Koszty integrowanej ochrony roślin. Progress in Plant Protection 52 (3): 521-526.
7. Matyjaszczyk E. 2012. Dostępność środków ochrony roślin zawierających substancje pochodzenia naturalnego i biologicznych metod ochrony roślin w Polsce w przededniu wprowadzenia obowiązku stosowania integrowanej ochrony roślin. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 4:38-43.

8. Matyjaszczyk E. 2014 Market placement of microorganisms in Poland. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 59 (4): 40-42.
9. Mierzejewska W. 1989. Rachunek kosztów w ochronie roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 363: 9-21.
10. Mierzejewska W. 1993. Ekonomiczna szkodliwość agrofagów. *Post. Nauk Roln.* 4/93: 55-68.
11. Parylak D., Kordas L., Gacek E. Ocena zasiewów mieszanych zbóż jarych jako proekologicznej metody ograniczenia zachwaszczenia. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 22: 235-242 (1999).
12. Pruszyński G., Pruszyński S. 2015. Integrowana ochrona roślin w zwalczaniu szkodników roślin uprawnych. CDR w Brwinowie, O. w Poznaniu, Poznań 2015, 47 ss.
13. Pruszyński S, Bartkowski J, Pruszyński G. 2012 Integrowana ochrona roślin w zarysie. CDR w Brwinowie, o. w Poznaniu, Poznań 2012, 56 ss.
14. Sobczak J. 2013. Możliwości rotacji środków ochrony roślin w strategii zapobiegania uodpornianiu się agrofagów ziemniaka. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 269: 87-100.
15. Szulc M., Sobczak J., Matyjaszczyk E. 2015. Porównanie kosztów zastosowania środków ochrony jabłoni przed przędziorkiem owocowcem i owocówką jabłkóweczką przy wykorzystaniu różnych środków. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4: 103-110.
16. Tratwal A. 2011. Występowanie chorób grzybowych w zasiewach mieszanych i czystych zbóż jarych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 51 (2): 872-878 (2011).

ISBN 978-83-60232-80-4

