INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony rzepaku ozimego oraz jarego dla doradców

Program Wieloletni Instytutu Ochrony Roślin – PIB 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska" finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Zadanie 1.1.
Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin rolniczych oraz poradników sygnalizatora

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony rzepaku ozimego oraz jarego dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
dr Ewy Jajor, dr. inż. Przemysława Strażyńskiego
i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2016–2020
„Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska"
finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

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

POZNAŃ 2019

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

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
dr Ewy Jajor, dr. inż. Przemysława Strażyńskiego i prof. dr. hab. Marka Mrówczyńskiego

Recenzent
prof. dr hab. Hanna Sulewska (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Autorzy opracowania:
dr Ewa Jajor[1]
prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
prof. dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda[4]
dr hab. Paweł Bereś[1]
mgr inż. Jacek Broniarz[3]
mgr Jakub Danielewicz[1]
dr Agnieszka Dobrzycka[4]
mgr Daria Dworzańska[1]
dr Żaneta Fiedler[1]
dr Grzegorz Gorzała[6]
dr Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
dr hab. Roman Kierzek[1]
prof. dr hab. Marek Korbas[1]
mgr inż. Ewelina Mazur[1]
dr hab. Kinga Matysiak[1]
dr inż. Agnieszka Mączyńska[1]
dr hab. Katarzyna Mikołajczyk[4]
prof. dr hab. Czesław Muśnicki[2]
dr Katarzyna Nijak[1]
mgr Andrzej Obst[5]
inż. Adam Paradowski[1]
dr hab. Anna Podleśna[7]
dr inż. Przemysław Strażyński[1]
prof. dr hab. Jacek Przybył[2]
prof. dr hab. Paweł Węgorek[1]
dr inż. Tadeusz Wałkowski[4]
dr hab. Franciszek Wielebski[4]
dr hab. Marek Wójtowicz[4]
dr Joanna Zamojska[1]

[1]Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[2]Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
[3]Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka
[4]Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Poznaniu
[5]Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Sielinku
[6]Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Warszawie
[7]Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy

Autorzy zdjęć:
Jacek Broniarz, Tomasz Klejdysz, Roman Kierzek, Marek Korbas, Katarzyna Nijak, Marek Mrówczyński, Adam Paradowski, Jacek Przybył, Henryk Ratajkiewicz, Przemysław Strażyński, Tadeusz Wałkowski, Marek Wójtowicz

Korekta redakcyjna:
dr Małgorzata Maćkowiak

ISBN 978-83-64655-52-4

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

Wydanie drugie, poprawione i uzupełnione
Nakład: 50 egz. Ark. wyd. 23,4
Skład i łamanie: Wojciech Szybisty
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 5

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY I PRODUKCJI ROŚLIN 7

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin 7
2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych 9
2.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych 16

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE RZEPAKU 18

3.1. Stanowisko i płodozmian 18
3.2. Przygotowanie gleby 23

4. ZINTEGROWANY SYSTEM NAWOŻENIA 28

4.1. Wymagania pokarmowe 28
4.2. Potrzeby nawozowe 40
4.3. Terminy nawożenia 52
4.4. Skutki błędów nawozowych 57

5. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI RZEPAKU 63

6. DOBÓR ODMIAN 78

7. MATERIAŁ SIEWNY I SIEW RZEPAKU 107

7.1. Materiał siewny 107
7.2. Siew rzepaku ozimego 111
7.3. Siew rzepaku jarego 119

8. PRZECIWDZIAŁANIE SKUTKOM SUSZY W UPRAWIE RZEPAKU 123

9. REGULACJA ZACHWASZCZENIA 129

9.1. Najważniejsze gatunki chwastów 129
9.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 134
9.3. Metody określania liczebności chwastów i progi szkodliwości 135
9.4. Systemy wspomagania decyzji 137
9.5. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 137

10. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB 142

10.1. Najważniejsze choroby 142
10.2. Niechemiczne metody ochrony przed chorobami 158

10.3. Metody określania liczebności porażonych roślin i progi szkodliwości 165
10.4. Systemy wspomagania decyzji 165
10.5. Chemiczne metody ochrony przed chorobami 166

11. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI 168

11.1. Ważniejsze gatunki szkodników 168
11.2. Niechemiczne metody ochrony przed szkodnikami 188
11.3. Chemiczne metody ochrony przed szkodnikami 189
11.4. Monitoring i progi ekonomicznej szkodliwości 190

12. OCHRONA UPRAW RZEPAKU PRZED SZKODAMI POWODOWANYMI PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE 196

13. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN ... 200

13.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin 200
13.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin 204
13.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin 207

14. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN 214

14.1. Biologiczne metody ograniczania chorób rzepaku 214
14.2. Biologiczne metody ograniczania populacji szkodników rzepaku ..216

15. OCHRONA OWADÓW ZAPYLAJĄCYCH 225

16. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN 229

17. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU 237

18. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 257

18.1. Przechowywanie środków ochrony roślin 257
18.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin 258
18.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania 273

19. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI 276

20. FAZY ROZWOJOWE RZEPAKU 287

21. SPIS LITERATURY 294

1. WSTĘP

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

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

Zagadnienia tworzenia programów ochrony opartych na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ograniczania agrofagów, dotyczą w szczególności ochrony rzepaku ozimego przed szkodnikami, ze względu na dużą liczbę gatunków uszkadzających rośliny (ok. 30) oraz ich znaczenie gospodarcze. Do najważniejszych szkodników rzepaku w Polsce należy śmietka kapuściana, która uszkadza albo często całkowicie niszczy korzenie, co wpływa ujemnie na przezimowanie roślin. Wcześniej najważniejszymi szkodnikami rzepaku ozimego w Polsce były: słodyszek rzepakowy, chowacz brukwiaczek i chowacz czterozębny. Z prowadzonych obserwacji wynika, że obecnie wzrasta zagrożenie rzepaku przez szkodniki łuszczynowe (chowacza podobnika, pryszczarka kapustnika), śmietkę kapuścianą, miniarki, tantnisia krzyżowiaczka oraz nicienie i ślimaki. Głównymi przyczynami wzrostu zagrożenia upraw rzepaku przez niektóre szkodniki są: uproszczenia agrotechniczne, zwiększenie powierzchni uprawy, „skrócenie" zmianowań, a także zmiany agroklimatyczne (zwłaszcza wzrost temperatury powietrza oraz brak mroźnych zim).

Istotne straty w plonie i jakości nasion rzepaku powodują również choroby. Do najważniejszych w ostatnich latach zalicza się kiłę kapusty, suchą zgniliznę kapustnych oraz zgniliznę twardzikową. Istotnym elementem integrowanej ochrony roślin przed chorobami jest kompleksowość działań, czyli łączenie

wielu metod mających na celu ograniczanie ich występowania w uprawie rzepaku. W uprawie tej rośliny zastosowanie znajduje przede wszystkim metoda agrotechniczna, a także hodowlana i biologiczna. Dopiero wówczas, kiedy zastosowanie niechemicznych metod nie pozwala na ograniczenie obecności patogenów do koniecznego minimum wykorzystuje się, jeśli to możliwe, metodę chemiczną. Rzepak może być porażany nie tylko przez sprawców wymienionych wyżej chorób, ale także przez agrofagi wywołujące czerń krzyżowych, zgorzel siewek, szarą pleśni oraz, rzadziej, mączniaka rzekomego, mączniaka prawdziwego, cylindrosporiozę i werticiliozę. Stosując integrowaną metodę ochrony roślin, w pierwszej kolejności należy ustalić, jakie choroby można zaobserwować w danej fazie rozwoju rośliny. Należy również znać objawy poszczególnych chorób, warunki sprzyjające rozwojowi ich sprawców oraz biologię rozwoju tych patogenów. Intensywność występowania chorób i potencjalne straty przez nie powodowane zależą od wielu czynników, m.in. od struktury populacji i biologii danego patogena lub patogenów, od formy rzepaku, uprawianych odmian, warunków klimatycznych, a także od stosowanych metod uprawy, ochrony roślin i zależności między tymi czynnikami.

Metody integrowane ochrony rzepaku przed chwastami polegają na skutecznym minimalizowaniu dawek herbicydów. Efekt stosowania ograniczonych dawek herbicydów powinien być zbliżony do uzyskiwanego podczas stosowania pełnej ochrony chemicznej. W uprawach ozimych jest to trudne ze względu na występowanie w nim form jarych chwastów, które mają tendencję do przezimowania i szybkiego wzrostu oraz stwarzania konkurencji już w momencie ruszenia wegetacji wiosennej. Do takich chwastów należą przede wszystkim: chaber bławatek, fiołek polny, maruna nadmorska, przytulia czepna i rumiany. Podstawowym zaleceniem integrowanej ochrony rzepaku jest rozpoczęcie walki z chwastami już podczas jesieni.

Zadaniem integrowanej ochrony jest także uzyskanie wysokiego i jakościowo dobrego plonu. Wprowadzanie zasad integrowanej ochrony nie może kolidować z podstawowymi założeniami uprawy. Ze względu na długi okres wegetacji rzepaku ochronę przed chwastami należy przeprowadzić jak najwcześniej. Oznacza to konieczność rozpoczęcia jej podczas jesieni, najlepiej bezpośrednio po siewie lub bardzo wcześnie po wschodach.

2. PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE INTEGROWANEJ OCHRONY I PRODUKCJI ROŚLIN

2.1. Ogólne zasady integrowanej ochrony roślin

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

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

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

Na podstawie wyników działań monitorujących użytkownik profesjonalny musi zdecydować, czy i kiedy stosować metody ochrony roślin. Podstawowymi

czynnikami wpływającymi na podejmowanie decyzji są pewne i oparte na solidnych podstawach naukowych progi szkodliwości występowania organizmów szkodliwych. Jeśli jest to wykonalne, przed zabiegiem ochrony roślin należy wziąć pod uwagę wartości progów szkodliwości dla danego regionu, konkretnego obszaru, uprawy i konkretnych warunków pogodowych.

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

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

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

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

Do rozwoju integrowanej ochrony roślin konieczne są także działania wspierające i upowszechniające ten system, szczególnie udostępnianie rolnikom programów wspomagania decyzji, a także odpowiednich metodyk obejmujących monitorowanie występowania organizmów szkodliwych oraz progi ich ekonomicznej szkodliwości, organizacja szkoleń, konferencji tematycznych, wydawanie ulotek i artykułów w prasie branżowej oraz rozwój niezależnego doradztwa. Jednym z podstawowych działań służących wdrożeniu ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin, jest udostępnienie profesjonalnym użytkownikom środków ochrony roślin na bieżąco aktualizowanych metodyk integrowanej ochrony roślin. Metodyki te zawierają zalecenia dotyczące metod ochrony roślin poszczególnych

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

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

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

2.2. Integrowana ochrona roślin w przepisach prawnych

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

wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1).

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

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

- stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin;
- prowadzenia chemicznej ochrony w taki sposób, aby nie stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska, w tym przeciwdziałania znoszeniu środków ochrony roślin na obszary i obiekty niebędące celem zabiegu;
- planowania stosowania środków ochrony roślin z uwzględnieniem okresu, w którym ludzie mogą przebywać na obszarze objętym zabiegiem.

Użytkownicy profesjonalni, którzy stosują środki ochrony roślin, są zobligowani również do uwzględniania wymogów integrowanej ochrony roślin określonych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz.U. poz. 505). Według ww. rozporządzenia producent rolny powinien przed zastosowaniem chemicznej ochrony roślin wykorzystać wszelkie dostępne działania i metody ochrony przed agrofagami, aby ograniczyć stosowanie pestycydów. Zapisy tego rozporządzenia kładą silny nacisk m.in. na stosowanie płodozmianu, uprawę odpowiednich odmian, przestrzeganie optymalnych terminów, stosowanie właściwej agrotechniki, właściwego nawożenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się organizmów szkodliwych. Jednym z wymogów jest również ochrona organizmów pożytecznych oraz stwarzanie warunków sprzyjających ich występowaniu, a w szczególności dotyczy to owadów zapylających i naturalnych wrogów organizmów szkodliwych. Zastosowanie chemicznej ochrony roślin powinno być poprzedzone działaniami monitoringowymi oraz podparte odpowiednimi instrumentami naukowymi i doradztwem.

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

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

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

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

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

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

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

Szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin mogą być szkoleniami:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dodatkowo w magazynie w widocznym miejscu pracodawca umieszcza:

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

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

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

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

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

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

Zgodnie z obowiązującymi przepisami każde użycie środka ochrony roślin musi być rejestrowane. Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji zawierającej nazwę środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna i uprawy lub obiekty, na których zastosowano środek ochrony roślin. W dokumentacji prawo wymaga wskazania również sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin poprzez podanie, co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin.

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

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

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

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

2.3. Integrowana produkcja roślin rolniczych w przepisach prawnych

Intensyfikacja produkcji roślin rolniczych oraz stosowanie nawozów sztucznych i środków ochrony roślin niesie ze sobą ryzyko zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Wzrost świadomości konsumentów wymusił podjęcie działań w celu produkowania żywności bezpiecznej dla zdrowia i z zachowaniem ochrony środowiska. Systemem spełniającym te wymagania jest Integrowana Produkcja roślin (IP).

Ustawa o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2018 r. poz. 1310 z późn. zm.) w art. 2 podaje następującą definicję: „integrowana produkcja roślin – produkcja roślin z zastosowaniem integrowanej ochrony roślin oraz z wykorzystaniem postępu technicznego i biologicznego w uprawie i nawożeniu, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia ludzi i zwierząt oraz ochrony środowiska".

Integrowana produkcja po raz pierwszy do przepisów krajowego prawa została wprowadzona ustawą o ochronie roślin z 18 grudnia 2003 r. Następnie ustawa o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2018 r. poz. 1310 z późn. zm.) wprowadziła modyfikacje w systemie integrowanej produkcji roślin. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa przekazała certyfikację producentów rolnych upoważnionym podmiotom, nad którymi sprawuje nadzór. Szczegółowo zostało to uregulowane art. 55–63 ustawy o środkach ochrony roślin.

Producent rolny, który chce uzyskać potwierdzenie stosowania integrowanej produkcji roślin certyfikatem, jest zobowiązany dokonać, w każdym roku, zgłoszenia podmiotowi certyfikującemu, nie później niż 30 dni przed siewem albo sadzeniem roślin, albo w przypadku roślin wieloletnich do dnia 1 marca każdego roku.

Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin jest wydawany, jeżeli producent roślin spełni następujące wymagania:

- ukończy szkolenie w zakresie integrowanej produkcji roślin i posiada zaświadczenie o ukończeniu tego szkolenia;
- prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora i udostępnionych na stronie internetowej administrowanej przez Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa;
- stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin;
- dokumentuje prawidłowo prowadzenie działań związanych z integrowaną produkcją roślin;
- przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach;

- w próbkach roślin i produktów roślinnych pobranych do badań nie zostaną stwierdzone przekroczenia najwyższych dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin oraz poziomów azotanów, azotynów i metali ciężkich;
- przestrzega przy produkcji roślin wymagań z zakresu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w szczególności określonych w metodykach.

Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin wydawany jest na okres niezbędny do zbycia roślin, jednak nie dłużej niż na okres 12 miesięcy. Wzór certyfikatu określony został w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie kwalifikacji osób prowadzących czynności kontrolne przestrzegania wymagań integrowanej produkcji roślin oraz wzoru certyfikatu poświadczającego stosowanie integrowanej produkcji roślin (Dz.U. z 2016 r. poz. 760 z późn. zm.). Producent roślin, który otrzymał certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin, może używać Znaku Integrowanej Produkcji Roślin do oznaczania roślin, dla których został wydany ten certyfikat (https://www.agrofagi.com.pl).

3. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE RZEPAKU

3.1. Stanowisko i płodozmian

Rzepak jest rośliną wrażliwą na wartość stanowiska. Rozwój rzepaku kształtuje wiele czynników, wśród których najważniejsze to: rodzaj przedplonu, zasobność w przyswajalne składniki i stan kultury gleby oraz rodzaj i sposób wykonania zabiegów uprawowych. Wybór odpowiedniego stanowiska dla rzepaku w znacznym stopniu przyczynia się do uzyskania wysokiego plonu. Najczęściej stanowisko oceniane jest na podstawie wartości przedplonowej roślin dla rzepaku, która jest wypadkową wielu cech, w tym ilości i składu pozostawionych resztek pożniwnych, systemu korzeniowego i głębokości przenikania korzeni, dynamiki mineralizacji resztek oraz ich stanu sanitarnego, stopnia zacienienia gleby oraz ochrony przed degradacją fizyczną (Budzyński 2010).

Spośród uprawianych w Polsce roślin ozimych rzepak wysiewany jest najwcześniej i dlatego najważniejszą cechą przedplonu jest jego termin zbioru. Wcześnie zebrany przedplon pozwala wykonać uprawki pożniwne oraz uprawę pod zasiew terminowo i w możliwie najstaranniejszy sposób. Przedplonami spełniającymi te wymagania są wczesne i średnio-wczesne grochy, bobowate wieloletnie (koniczyny, lucerny) i mieszanki koniczyn z trawami zaorane po pierwszym pokosie. Dembiński (1975) zaliczał wspomniane przedplony, obok mieszanek jarych strączkowych ze zbożami, do najlepszych przedplonów dla rzepaku. Za dobre uważał jare mieszanki zbierane na zielonkę i wczesne ziemniaki uprawiane na glebach niezbyt lekkich, natomiast za słabe – ozime formy jęczmienia i żyta. Rzepak ozimy, podobnie jak pszenica, najlepiej plonuje po grochu i bobiku (Jasińska i wsp. 1997). Budzyński i wsp. (2009) uważają, że duża wartość bobowatych jako przedplonu pod rzepak wynika z wąskiego stosunku C : N w ich resztkach, szybkiej mineralizacji biomasy i dobrego zaopatrzenia stanowiska w azot. Niestety, takich stanowisk jest niewiele, ponieważ bobowate stanowią mniej niż 1% w strukturze zasiewów i znacznie częściej przeznaczane są pod pszenicę niż pod rzepak. Stanowiska po bobowatych wieloletnich drobnonasiennych są bowiem często zachwaszczone i nadmiernie przesuszone, co stwarza trudności w doprawieniu gleby do siewu i otrzymaniu równomiernych wschodów rzepaku (Songin 1979; Wałkowski i Dembiński 1991; Budzyński i Ojczyk 1996).

W Polsce rzepak uprawiany jest przede wszystkim po zbożach, a więc przedplonach najsłabszych. Do niedawna na tych stanowiskach uprawiano 75–80% rzepaku (Wałkowski i Dembiński 1991; Paradowski i wsp. 1996). Aktualnie

udział przedplonów zbożowych jest jeszcze większy, szczególnie w dużych gospodarstwach, gdzie stanowią one nawet 90–100% w zasiewach (Budzyński i wsp. 2005). Spośród zbóż, co wykazał już ponad 40 lat temu Dembiński (1975), najlepszą wartość przedplonową dla rzepaku ma jęczmień ozimy, następnie jego forma jara oraz żyto ozime, a najsłabszą, z powodu krótkiego czasu na uprawę i problemy z samosiewami – pszenżyto ozime i pszenica ozima. Jęczmień ozimy, schodząc wcześnie z pola, umożliwia staranne przygotowanie roli pod zasiew. Niestety, jego znaczenie jako przedplonu dla rzepaku nie jest duże, bowiem powierzchnia uprawy jęczmienia ozimego jest niewielka. Aktualnie najczęściej uprawiany jest po pszenicy ozimej i pszenżycie ozimym (50% zasiewów) oraz jęczmieniu (22%) (Budzyński i wsp. 2005). Zboża te schodzą z pola znacznie później, co wywołuje spiętrzenie prac i wymusza konieczność stosowania uproszczeń w uprawie. Takie następstwo należy wykluczyć w rejonach, gdzie żniwa przypadają późno, a siewy rzepaku wcześnie (Polska północna i północno-wschodnia) i na glebach ciężkich do uprawy. Pod uprawę rzepaku nie nadają się stanowiska po pszenicy jarej i owsie, gdyż zboża te zbyt późno schodzą z pola, a owies jest ponadto uprawiany na glebach lżejszych, nie przydatnych dla rzepaku (Muśnicki 2005).

Zboża są przedplonami zdecydowanie gorszymi od strączkowych i ziemniaków. Korzenią się one płytko, tworząc wiązkowy system korzeniowy, pozostawiają mało resztek pożniwnych i nie wzbogacają gleby w azot. Muśnicki (1989), analizując wyniki wielu autorów wykazał, że zboża obniżają plon nasion w stosunku do najlepszych przedplonów (bobowatych) średnio o 10% (4–22%). Tej różnicy w plonie nie można całkowicie zniwelować nawożeniem obornikiem lub wysokim nawożeniem azotem rzepaku uprawianego po zbożach (Pieczka 1969). Częsta uprawa rzepaku po zbożach wynika ze względów organizacyjnych, przyrodniczych i ekonomicznych, zwłaszcza z dużego udziału zbóż w strukturze zasiewów (ok. 70%) i braku dobrych przedplonów. Podobnie jest w innych krajach Europy. Rośliny zbożowe jako przedplony powodują zachwaszczenie rzepaku samosiewami, a ich długotrwała uprawa pogarsza znacznie strukturę gleby i stan fitosanitarny, stąd w integrowanej ochronie i produkcji rzepaku takie stanowiska należy ograniczać.

W silnie zdominowanym przez zboża płodozmianie, rzepak jest ważnym elementem, gdyż jego uprawa przyczynia się do poprawy fizycznych właściwości gleby (głęboko się korzeni), wzbogaca glebę w składniki pokarmowe (w słomie i resztkach pożniwnych są ich znaczne ilości) oraz poprawia stan fitosanitarny gleby i roślin następczych (przeciwdziała rozwojowi chorób podsuszkowych u kłosowych). Jest bardzo dobrym przedplonem dla wszystkich zbóż, a zwłaszcza dla pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego. Rzepak schodzi z pola wystarczająco wcześnie, co pozwala dobrze wykonać wszelkie uprawki pod zboża. Poprawia jakość stanowiska, umożliwiając głębsze korzenienie się zbóż, a także udostępnia im składniki pokarmowe, przemieszczając je z głębszych do górnych warstw gleby.

Mimo, że rzepak jest względnie tolerancyjny na uprawę w monokulturze, integrowana produkcja nie dopuszcza takich uproszczeń w płodozmianie. Nadmierny udział rzepaku w zmianowaniu znacznie pogarsza warunki fitosanitarne, zwiększa się bowiem liczebność szkodników (chowacza brukwiaczka, słodyszka rzepakowego, pryszczarka kapustnika, ślimaków), a także wzrasta występowanie chorób (zgnilizny twardzikowej, suchej zgnilizny kapustnych, werticiliozy). Dlatego duży udział rzepaku w płodozmianie jest podstawowym błędem w integrowanej produkcji tej rośliny. Ponadto częste występowanie rzepaku w rotacji zmianowania sprzyja namnażaniu się mątwika burakowego, a na glebach ciężkich i mokrych bardzo wyraźnie wzrasta wtedy porażenie roślin przez sprawcę kiły kapusty (Mrówczyński 2003). Zdecydowana większość chorób rzepaku rozwija się w resztkach pożniwnych i jest przez nie przenoszona. Ponadto częsta uprawa rzepaku na tym samym polu prowadzi do kompensacji i pojawiania się uciążliwych chwastów, głównie rumianowatych, miotły zbożowej i przytulii czepnej, wykazujących cechy oporności na dany herbicyd. Zbyt duży udział rzepaku w zmianowaniu obniża plon nasion oraz jakość surowca, czego przyczyną są masowo występujące samosiewy tego gatunku, które nadmiernie zagęszczają łan oraz zwiększają skłonność roślin do wylegania (Budzyński i wsp. 2009). Wiele badań wskazuje, że znaczna ilość nasion rzepaku pozostaje w uśpieniu w glebie nawet ponad 10 lat, stąd w wyniku wielokrotnie niekontrolowanego przekrzyżowania zwłaszcza z samosiewami odmian poprzedniej generacji następuje pogorszenie jakości surowca: zwiększenie zawartości kwasu erukowego, glukozynolanów oraz zmniejszenie zawartości kwasu oleinowego (Popławska i Bartkowiak-Broda 2004; Bartkowiak-Broda i wsp. 2008). Dotyczy to szczególnie obszarów charakteryzujących się większą koncentracją upraw rzepaku, gdzie zdecydowanie trudniejsza może być koegzystencja upraw różnych form genetycznych rzepaku. Do uprawy wchodzą bowiem formy o zróżnicowanym składzie kwasów tłuszczowych w oleju (odmiany wysokooleinowe, niskolinolenowe), a w badaniach są również linie żółtonasienne. Fitosanitarną funkcję ochrony rzepaku przed chorobami i szkodnikami, a także chwastami, pełni płodozmian, w którym stosowane są zasady maksymalnie dopuszczalnej koncentracji poszczególnych grup i gatunków roślin oraz niezbędne przerwy czasowe w powracaniu tego samego gatunku na dane pole (Adamiak 2013). Maksymalny udział rzepaku w płodozmianie nie powinien być większy niż 25%, a przerwa w uprawie na tym samym polu powinna wynosić 3–4 lata. W sytuacji wystąpienia kiły kapusty przerwa w uprawie rzepaku na tym samym polu powinna wynosić 7–9 lat (Mrówczyński 2003). Dzięki prawidłowym płodozmianom, które są podstawą integrowanej produkcji rzepaku, tego typu problemy zostaną znacząco ograniczone.

Wartość stanowiska, obok przedplonu, istotnie kształtuje gleba, zwłaszcza jej odczyn i zasobność w składniki pokarmowe. Rzepak wymaga gleb zasobnych w składniki pokarmowe, będących w wysokiej kulturze, klasy bonitacyjnej I–IVb.

Duże wymagania glebowe rzepaku sprawiają, że konkuruje on w tym względzie z burakiem, pszenicą, grochem i wieloma gatunkami warzywnymi (Budzyński 2010). Najbardziej przydatne pod uprawę rzepaku oraz zapewniające wysokie i wierne plony są gleby kompleksów pszennych bardzo dobrych i dobrych (kompleks 1 i 2) klasy II–IIIb. Rzepak można także uprawiać na glebach kompleksów pszennych górskich (kompleks 10), pszenno-żytnich (kompleks 4), a nawet żytnich dobrych, klasy bonitacyjnej IVa, pod warunkiem, że są w wysokiej kulturze i mają uregulowany odczyn gleby, powyżej pH 5,8 (Muśnicki 2003). Z większym ryzykiem, uzyskując średnio o 15% mniejszy plon, rzepak można jeszcze uprawiać na glebach kompleksu pszennego wadliwego i zbożowego górskiego. W przypadku wystąpienia niedoboru wody późną wiosną również produktywność czynników agrotechnicznych na tych glebach jest niska. Dotyczy to zarówno rzepaku ozimego, jak i jarego.

Biorąc pod uwagę kryterium przydatności, dobrymi glebami pod uprawę rzepaku są gleby brunatne właściwe i płowe, mady, dobrze rozwinięte rędziny, czarne ziemie i czarnoziemy. Na glebach zwięzłych, zlewnych, trudnych do uprawy rzepak siać można tylko po przedplonach wcześnie schodzących z pola. Uprawa rzepaku na tych glebach jest w dużym stopniu uzależniona od warunków pogodowych i obarczona dużym ryzykiem. Pod uprawę rzepaku nie nadają się gleby suche, wytworzone z piasków kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego (Wałkowski i wsp. 2007) oraz gleby bielicowe, oglejone i orsztynowe, a także gleby o wyraźnie wykształconej podeszwie płużnej (Dembiński 1983). Ponadto pod uprawę formy ozimej nieprzydatne są gleby torfowe i murszowe ze względu na zjawisko wysadzania (wypierania) korzeni na przedwiośniu pod wpływem ruchów wierzchniej warstwy gleby. Na glebach tych dobrze udaje się natomiast rzepak jary. Przydatność gleb torfowych i murszowych pod uprawę rzepaku może być modyfikowana stanem ich uwilgotnienia oraz poziomem agrotechniki.

Podobnie jak inne rośliny kapustne rzepak wymaga dobrego uwilgotnienia podłoża. Dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu, o dużej sile ssącej, ozima forma rzepaku stosunkowo łatwo przezwycięża krótkotrwałe niedobory wody, a podczas dynamicznego rozwoju wiosennego dobrze wykorzystuje zapasy wody zimowej w glebie. W okresie rozwoju jesiennego rzepak ozimy ma małe potrzeby wodne i jest niewrażliwy lub mało wrażliwy na niedobory wody w glebie (Dembińska 1970). Dobrego uwilgotnienia gleby rzepak potrzebuje w fazie kiełkowania i wschodów, co gwarantuje szybkie i równomierne wschody oraz zapewnia równomierny rozwój roślin jesienią, a w konsekwencji dobre zimowanie i plonowanie rzepaku (Dembiński 1983). Wskutek małej siły ssącej nasion rzepaku, dla zapewnienia wschodów, zawartość wody w glebie otaczającej nasiona powinna wynosić co najmniej 32–35% polowej pojemności wodnej. Obecnie coraz częściej zdarza się, że w okresie siewu rzepaku gleby są nadmiernie

przesuszone. Niedobory opadów (szczególnie na słabszych kompleksach) dotyczą głównie okresu wiosenno-letniego, zwłaszcza po kwitnieniu.

Z uwagi na dużą wrażliwość rzepaku na wymakanie (znacznie większą niż zbóż) powinien on być uprawiany na polach pozbawionych nieckowatych zagłębień, w których łatwo tworzą się zastoiska wodne. Gromadząca się w nich okresowo woda sprawia, że części nadziemne i korzenie gniją z powodu braku tlenu. Wybierając pole pod rzepak, należy zatem zwrócić uwagę nie tylko na jakość gleby lub wartość przedplonu, ale również na ukształtowanie terenu. Zdecydowanie gorszym stanowiskiem pod rzepak są pola z podmokłymi zagłębieniami i ze wzniesieniami wystawionymi na działanie mroźnych, wysuszających wiatrów.

Przyrodniczo poprawne następstwo roślin jest jednym z podstawowych, a zarazem i najtańszym elementem agrotechniki, który zapewnia uzyskanie możliwie dużych i wiernych plonów. Pełni ono czołową funkcję w integrowanej produkcji i ochronie rzepaku, ponieważ dzięki odpowiednio dobranemu następstwu roślin można pośrednio eliminować lub ograniczać zagrożenia ze strony szkodliwych chwastów, chorób i szkodników. Poprawne następstwo roślin powinno zapewnić ochronę bioróżnorodności (uprawianych ziemiopłodów, zbiorowisk chwastów, fauny pożytecznej i rolniczo szkodliwej oraz życia biologicznego gleby), a także równowagę biodynamiczną agrosystemu. Wszystkie te wymagania spełnia płodozmian o możliwie dużej liczbie uprawianych gatunków i odmian różniących się formą biologiczną (jare, ozime), długością okresu wegetacji, rozwojem systemu korzeniowego, biomasą nadziemną i architekturą łanu oraz wrażliwością na atak agrofagów (Adamiak 2013). Dobrze ułożony płodozmian powinien zapewnić jak najlepsze warunki do wzrostu i rozwoju roślin. Jednocześnie powinien on gwarantować utrzymanie żyzności gleby przynajmniej na tym samym poziomie (Wałkowski i wsp. 2007). Rzepak jest konstruktywnym elementem zmianowania, znacząco zwiększającym wartość płodozmianu.

Rzepak jary reaguje na przedplon podobnie jak rzepak ozimy. Najlepiej udaje się po okopowych, bobowatych drobnonasiennych (koniczyna). Dobrze plonuje po zbożach, zwłaszcza pszenicy. Można go także uprawiać po kukurydzy. Nie powinien być uprawiany po burakach i po kapustnych (Wałkowski 2002). Zwykle uprawiany jest po zbożach jarych, stanowiąc dobry przedplon dla pszenicy ozimej oraz korzystnie wpływając na ilość masy organicznej w glebie i warunki fitosanitarne. Możliwy jest wysiew po zaoranym rzepaku ozimym. Nie można wsiewać rzepaku jarego w przerzedzony rzepak ozimy ze względu na różnice w rozwoju obu form. Rzepak jary bardzo niekorzystnie reaguje na uprawę po sobie. Jak wykazały badania, plon w monokulturze może być średnio o 40% niższy od tego w zmianowaniu (Blecharczyk i Małecka 2000), dlatego należy rezygnować z takich stanowisk w integrowanej produkcji.

Zasadniczym elementem przy wyborze stanowiska pod rzepak jary jest uwzględnienie wymagań wodnych tej rośliny. Ma on większe wymagania, co do

jakości gleby i jest bardziej niż rzepak ozimy narażony na suszę, bowiem pełnia jego rozwoju przypada później, gdy nie jest już w stanie skorzystać z wody zgromadzonej w czasie zimy. Najlepiej udaje się w rejonach o równomiernie rozłożonych opadach w okresie wegetacji (tereny Polski północnej, wschodniej i południowej), w których roczna suma opadów przekracza 600 mm. Rzepak jary jest szczególnie wrażliwy na suszę w okresie tworzenia pąków kwiatowych, kwitnienia i dojrzewania. Bez większego ryzyka udaje się na glebach średnio zwięzłych i strukturalnych, dobrze magazynujących wodę z opadów wiosenno-letnich. Na glebach lżejszych uprawa jest możliwa tylko w rejonach, w których występuje duża ilość opadów. Rzepak jary można uprawiać na zmeliorowanych glebach torfowych i murszowych. Do uprawy nie nadają się lekkie gleby piaszczyste oraz gleby ciężkie, zlewne szybko się zaskorupiające (Dembiński 1983; Wałkowski 2002; Muśnicki 2008).

3.2. Przygotowanie gleby

RZEPAK OZIMY

Rzepak wymaga starannego przygotowania roli pod siew. Gleba powinna być tak doprawiona, aby nasiona umieszczone zostały na odpowiednio zagęszczonym podłożu i przykryte glebą o gruzełkowatej strukturze. Wykonana poprawnie i w odpowiednim terminie uprawa jest niezbędnym warunkiem wczesnych i pełnych wschodów oraz prawidłowego rozwoju roślin w okresie jesieni. Staranne przygotowanie roli ułatwia szybki rozwój systemu korzeniowego, a tym samym przyczynia się do wykorzystania składników pokarmowych z gleby. Oddziałując na rozwój roślin przed zimą, uprawa roli wpływa na przezimowanie, a w konsekwencji na liczbę roślin plonujących. Odgrywa także istotną rolę w wykorzystaniu zawartego w informacji genetycznej potencjału plonowania. Doprowadzenie gleby do optymalnego stanu sprawności stymuluje rozwój rzepaku jesienią, wpływa na zdolności roślin do produkcji łuszczyn, których zawiązki pojawiają się po wykształceniu 7. liścia.

Sposób przygotowania gleby determinowany jest głównie gatunkiem przedplonu oraz czasem, jaki pozostaje do siewu rzepaku po zejściu z pola rośliny poprzedzającej rzepak w zmianowaniu. Wczesny zbiór przedplonu pozwala na przeprowadzenie klasycznego sposobu przygotowania gleby do siewu, na wykonanie którego potrzeba od 4 do 6 tygodni. Spośród przedplonów zbożowych taki sposób uprawy jest możliwy jedynie po jęczmieniu ozimym (Dembiński 1975; Muśnicki i Budzyński 2005). Klasyczny sposób uprawy polega na wykonaniu pełnego zespołu upraw pożniwnych i przedsiewnych, na które składają się podorywka i jej pielęgnacja oraz orka siewna i zabiegi doprawiające. Po zbiorze przedplonu podoruje się pole na głębokość około 8 cm i natychmiast bronuje, aby zapobiec

wyparowaniu wody i zbryleniu gleby. Płytkie wzruszenie roli pobudza chwasty do kiełkowania, które następnie niszczy się za pomocą brony. Bronowanie należy przeprowadzić zgodnie z kierunkiem orki i powtarzać w miarę wschodów chwastów aż do orki siewnej. Zadaniem orki siewnej jest silne pokruszenie, wymieszanie i spulchnienie warstwy ornej, a także dokładne odłożenie skiby, aby na dnie bruzdy nie było wolnych przestrzeni. Aby uzyskać skiby dobrze się kruszące, stosunek szerokości do głębokości skiby powinien wynosić 1 : 1. Orkę siewną należy wykonać, gdy gleba jest odleżała, ponieważ wtedy dobrze się kruszy i odwraca, co ułatwia jej osiadanie. Pod siew orze się na głębokość 20–23 cm. W celu ograniczenia strat wody i zapobieżenia zbrylaniu gleby, po orce siewnej należy natychmiast przeprowadzić bronowanie (Dembiński 1975, 1983; Wałkowski i wsp. 2006). Muśnicki (1989) i Budzyński i wsp. (2000) podkreślają korzystną reakcję rzepaku na uprawę płużną. Wspomniani autorzy wskazują, że uprawa oparta na orce siewnej zapewnia najkorzystniejsze warunki rozwoju rzepaku jesienią. Po klasycznej orce system korzeniowy rozwija się głębiej, co ma istotne znaczenie dla przezimowania, a wiosną ułatwia pobieranie wody i składników pokarmowych. W tym sposobie uprawy zaleca się zachowanie długiego odstępu czasowego pomiędzy orką siewną a siewem. Według Dembińskiego (1975), aby gleba dobrze się odleżała, orkę siewną należy wykonać 3 tygodnie przed siewem.

Klasyczną uprawę roli można także przeprowadzić po grochu i bobowatych wieloletnich, po pierwszym pokosie, albo po mieszankach bobowato-zbożowych. Należy jednak zaznaczyć, że na stanowiskach po koniczynie i lucernie, w celu rozerwania darni, pług podorywkowy zastępuje się ciężkimi bronami talerzowymi lub kultywatorem. Pociętą darń należy przebronować, rozkruszyć, a po przeschnięciu głęboko zaorać (Budzyński i Ojczyk 1996).

Uprawę upraszcza się po wczesnych ziemniakach i niezachwaszczonym grochu. Po wczesnych ziemniakach, które pozostawiają czystą i pulchną rolę, podorywkę można zaniechać, a orkę siewną wykonać po wyrównaniu redlin bronowaniem. Także po niezachwaszczonym grochu można orać pod siew bez podorywki. Wprowadzenie uproszczeń wymusza przede wszystkim brak czasu na przeprowadzenie klasycznej uprawy. Siedemdziesiąt procent plantacji rzepaku zakładanych jest bowiem po przedplonach późno schodzących z pola (Paradowski i wsp. 1996). Po życie, jęczmieniu jarym i pszenicy na przygotowanie gleby do siewu pozostają około 2–3 tygodnie. W tych warunkach na wykonanie podorywki jest zbyt późno. W takim przypadku zamiast pługa podorywkowego zaleca się stosowanie wydajniejszych narzędzi rolniczych: brony talerzowej lub kultywatora o łapach sztywnych. Nie powinno się natomiast stosować glebogryzarki, ponieważ uprawa glebogryzarką sprzyja rozwojowi chwastów (Nowicki i wsp. 1980a, 1980b) i przyczynia się do zagęszczenia gleby (Śmierzchalski i wsp. 1979; Bowerman 1982), co utrudnia rozwój wschodzących roślin i może skutkować obniżeniem plonów. Muśnicki (1989) wykazał zmniejszenie wysokości i grubości roślin,

skrócenie korzenia palowego oraz zmniejszenie liczby rozgałęzień i łuszczyn przy zastąpieniu uprawy płużnej glebogryzarką. Krótki okres pomiędzy zbiorem przedplonu, a siewem rzepaku skłania do dokonywania wyboru pomiędzy zaniechaniem zabiegu pożniwnego, a opóźnieniem orki siewnej. Korzystniej jest opóźnić orkę siewną, niż rezygnować z uprawek pożniwnych. Według badań przeprowadzonych w warunkach produkcyjnych przez Kestankovą i wsp. (1984) oraz Vasaka i wsp. (1985) zaniechanie tych zabiegów uprawowych skutkuje obniżeniem plonu o 5–10%. W uproszczonym systemie uprawy brak czasu po orce siewnej na samoistne odleżenie gleby wymusza jej ugniecenie, co przywraca podsiąkanie wody i zapewnia równomierne uwilgotnienie warstwy ornej. W celu przyspieszenia osiadania roli Dembiński (1975) i Muśnicki (1999) zalecają stosowanie wału wgłębnego – Campbella, który ugniata dolną część zaoranej warstwy. Wyrównanie górnej warstwy roli zapewnia bronowanie i włókowanie. Do tych zabiegów Dembiński (1975) zaleca zastosowanie zestawu składającego się z brony zębowej i wału strunowego. Natomiast wyniki badań Budzyńskiego (1994) potwierdzają przydatność wałów ugniatająco-kruszących: strunowego, Croskill lub Croskill-Cambridge, do doprawienia gleby po orce siewnej.

Aby skrócić czas uprawy, zaleca się **agregatownie narzędzi**, co jest szczególnie istotne po przedplonach późno schodzących z pola. Agregatowanie, minimalizując liczbę przejazdów po polu, korzystnie oddziałuje na glebę. Zmniejsza jej ugniatanie oraz zapobiega wysychaniu i zbrylaniu gleby, a w konsekwencji ułatwia płytkie oraz równomierne umieszczenie nasion w czasie siewu. Liczbę uprawek przed siewem należy ograniczyć do niezbędnego minimum, aby zbytnio nie przesuszyć i nie rozpylić gleby, ponieważ po opadach deszczu będzie się ona zaskorupiać, utrudniając wschody rośliny uprawnej.

Kolejnym uproszczeniem jest **spłycenie orki siewnej**. Palowy system korzeniowy rzepaku umożliwia pokonywanie oporów gleb średnich mimo zmniejszenia głębokości uprawy (Muśnicki 1989; Muśnicki i wsp. 1993, 1995; Ojczyk i Jankowski 1996). Ta właściwość systemu korzeniowego rzepaku umożliwia spłycenie orki na glebach lżejszych, bez konsekwencji dla wysokości plonowania, do 15–18 cm (Muśnicki 1999). Na możliwość spłycenia głębokości orki wskazują także wyniki badań Budzyńskiego (2010). Autor ten dopuszcza w uzasadnionych przypadkach, jeden raz w rotacji zmianowania, zmniejszenie głębokości orki siewnej nawet poniżej 14 cm.

Skrócenie czasu potrzebnego na uprawę można osiągnąć, zastępując orkę siewną narzędziami aktywnie oddziałującymi na glebę. Warunkiem przeprowadzenia **bezorkowego systemu uprawy** jest wyposażenie gospodarstwa w odpowiedni sprzęt. W gospodarstwach średnich pług zastępuje się ciężkimi kultywatorami, pługofrezarkami, bronami rotacyjnymi i wirnikowymi, a w gospodarstwach wielkoobszarowych wielofunkcyjnymi agregatami współpracującymi z ciągnikami o dużej mocy. Niewątpliwą zaletą sytemu bezorkowego są niższe koszty uprawy.

Jednak według Budzyńskiego (2010), w tej technologii uprawy, rośliny są gorzej rozwinięte przed zimą o czym świadczy ich mniejsza masa, cieńszy hipokotyl i krótszy system korzeniowy. Budzyński i wsp. (2000) zwracają uwagę, że słabiej rozwinięte rośliny są mniej konkurencyjne w stosunku do chwastów, co skutkuje gorszym przezimowaniem. W badaniach tego autora siew w glebę przygotowaną rototilerem skutkował obniżką plonowania o 4,9 dt/ha. Wałkowski i wsp. (2006) podkreśla, że uprawę bezorkową można przeprowadzać tylko na glebach sprawnych, nie przesuszonych i nie zachwaszczonych. W przeciwnym razie należy się spodziewać znacznej obniżki plonów.

Najdalej idącym uproszczeniem jest **siew bezpośredni**. W tej technologii uprawy do siewu można przystąpić po uprzednim zebraniu lub starannym rozdrobnieniu słomy przedplonu oraz zwalczeniu chwastów herbicydami.

RZEPAK JARY

Równie starannej uprawy wymaga forma jara. Uprawę rzepaku jarego determinuje jego wrażliwość na susze wiosenne. Z tego względu w technologii uprawy tego gatunku szczególnego znaczenia nabierają wszystkie zabiegi przyczyniające się do gromadzenia zapasów wody z opadów zimowych. Niedopuszczalne są natomiast uprawy sprzyjające przesuszeniu gleby. Największe znaczenie dla magazynowania wody z opadów zimowych ma termin przeprowadzenia orki. W technologii uprawy rzepaku jarego nie przeprowadza się orki wiosennej, ponieważ skutkuje przesuszeniem gleby i opóźnieniem terminu siewu, co znacząco ogranicza szanse rośliny uprawnej na wykorzystanie wody z zapasów zimowych. Bardzo korzystnie na gromadzenie wody oddziałuje natomiast orka przedzimowa. Zaorana przed zimą i pozostawiona w ostrej skibie gleba lepiej wchłania wodę, a poddana oddziaływaniu mrozu nabiera struktury gruzełkowej. Orkę przedzimową wykonuje się na głębokość około 20 cm. Tylko po ziemniakach można ją spłycić do 15 cm (Wałkowski 1997), a gdy pole nie jest zachwaszczone, można zamiast orki zastosować kultywator o łapach sztywnych. Także zabiegi poprzedzające przeprowadzenie orki są determinowane przez gatunek rośliny przedplonowej. Po bobiku, łubinach i zbożach ściernisko się podoruje i natychmiast bronuje, a po ziemniakach pole można zaorać po zwiezieniu łęcin. Nie należy zapominać, że technologia uprawy rzepaku jarego uwzględnia zwalczanie chwastów rozłogowych. Po podorywce perz tnie się na możliwie najkrótsze kawałki, przejeżdżając pole na krzyż broną talerzową. Po zazielenieniu się perzu pole należy zaorać pługiem z przedpłużkiem na głębokość nie mniejszą niż 25 cm. Bardzo skuteczną metodą walki z perzem jest połączenie zabiegów mechanicznych z metodą chemiczną. W tym przypadku po zabronowaniu podorywki należy poczekać, aż perz wytworzy 4–6 liści, i zastosować herbicyd dolistny o działaniu układowym. Perz można także zwalczać herbicydami na polu niepodoranym, gdy chwast wytworzy co naj-

mniej 3 liście. Po całkowitym zniszczeniu perzu, co najwcześniej może nastąpić po trzech tygodniach od zastosowania herbicydu, pole można zaorać. Wiosną, po obeschnięciu pola umożliwiającym wjazd, spulchnia się glebę na głębokość 4–5 cm (Budzyński 2010). Płytkie spulchnienie nie przerywa wysokiego podsiąkania wody, co ma istotne znaczenie dla kiełkujących nasion i rozwijających się młodych roślin rzepaku. W celu ograniczenia liczby przejazdów do przedsiewnej uprawy wykorzystuje się agregat złożony z brony średniej i wału strunowego. Na glebach zbitych bronę zastępuje się kultywatorem o łapach sztywnych. W przypadku wymarznięcia rzepaku ozimego przesiewy formą jarą umożliwia płytka uprawa broną talerzową lub glebogryzarką. W warunkach deszczowej wiosny i lata dobre efekty dawało zastosowanie rototilera sprzężonego z wałem ugniatającym i broną (Wójtowicz i Wielebski 1998).

4. ZINTEGROWANY SYSTEM NAWOŻENIA

Zintegrowany system nawożenia polega na stosowaniu nawozów zgodnie z potrzebami rośliny uprawnej przy jednoczesnym uwzględnieniu interakcyjnych oddziaływań aplikowanych składników pokarmowych oraz utrzymaniu odpowiedniej zasobności gleby. System ten umożliwia efektywne wykorzystanie nawozów oraz zwiększa opłacalność ich aplikacji. Zintegrowany system nawożenia opiera się na teorii minimum Sprengela spopularyzowanej przez Liebiga jako prawo minimum, według którego tak jak o ilości wody w beczce decyduje najkrótsza klepka, tak wielkość plonu zależy od tego składnika, którego w glebie znajduje się najmniej. Na zintegrowany system nawożenia rzepaku składają się trzy grupy zabiegów:

- regulacja odczynu pH i zasobności w fosfor (P) i potas (K);
- nawożenie azotem (N);
- nawożenie pozostałymi składnikami pokarmowymi (makro- i mikroelementami).

Zapewnienie optymalnego odczynu pH gleby (6,5–7) oraz zasobności w fosfor i potas na poziomie co najmniej średnim w momencie zbioru przedplonu jest pierwszym warunkiem, którego spełnienie jest konieczne do prawidłowego rozwoju rzepaku. Drugim elementem zintegrowanego systemu nawożenia jest określenie terminów i dawek najbardziej plonotwórczego składnika pokarmowego, jakim jest azot, a następnie aplikacja nawozów azotowych zgodnie z wymaganiami rośliny uprawnej. Trzeci element stanowi nawożenie pozostałymi składnikami pokarmowymi, które są niezbędne dla rozwoju roślin, a także wspomagają efektywność plonotwórczą azotu.

4.1. Wymagania pokarmowe

RZEPAK OZIMY

Rzepak ozimy charakteryzuje się bardzo dużymi wymaganiami pokarmowymi. W porównaniu z pszenicą ozimą zapotrzebowanie na składniki pokarmowe jest dwukrotnie większe w stosunku do azotu, fosforu i potasu oraz ponad pięciokrotnie większe w stosunku do wapnia (Ca). Wraz z plonem na poziomie 3,5 t/ha rzepak ozimy pobiera od 200–300 kg/ha azotu, 250–350 kg/ha K_2O, 90–130 kg/ha P_2O_5, 150–200 kg/ha CaO, 45–60 kg/ha MgO oraz 60–80 kg/ha S. Ponadto pobiera znaczne ilości mikroskładników (Grzebisz i wsp. 2005). W tabeli 1. podano ilości makro- i mikroskładników zawartych w jednostce plonu (100 kg nasion + słoma)

ulepszonych odmian rzepaku ozimego. Wynika z niej, że do wytworzenia jednostki plonu potrzebują one najwięcej potasu, a następnie azotu i siarki (S). Pobierają mniej wapnia, znacznie mniej fosforu i magnezu (Mg) oraz najmniej sodu (Na). Spośród mikroelementów najwięcej potrzebują manganu (Mn), dość dużo cynku (Zn) i boru (B), znacznie mniej miedzi (Cu) oraz najmniej molibdenu (Mo).

Wymagania pokarmowe odmian mieszańcowych rzepaku są większe niż odmian populacyjnych ze względu na silniejszy wzrost i uzyskiwane większe plony nasion.

Tabela 1. Ilość składników pokarmowych zgromadzonych przez rzepak w 100 kg nasion i słomy

Makroskładniki [kg]						
N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SO_3	Na
7,10	2,97	9,57	5,23	2,33	6,23	0,73

Mikroskładniki [g]				
B	Cu	Mn	Mo	Zn
6,67	1,67	17,8	0,18	9,10

Źródło: Szukalski i wsp. (1987)

Jesienią rzepak ozimy wymaga niewielkich ilości składników pokarmowych. Dla rzepaku jest to plonotwórczo bardzo ważny okres wegetacji, który rozpoczyna się siewem, a kończy w stadium rozety. Dobre zaopatrzenie w fosfor, potas, magnez, siarkę i azot oraz optymalny odczyn gleby to warunek dobrego ukorzenienia się i dużej dynamiki wzrostu roślin, co zapewnia osiągnięcie na początku zimy właściwego stadium rozwojowego gwarantującego dobre zimowanie oraz prawidłowy wzrost w wiosennym okresie wegetacji. Pod koniec jesiennej wegetacji zaczyna formować się struktura plonu.

Intensywne pobieranie składników pokarmowych następuje wiosną po wznowieniu wegetacji i jest największe w fazie pąkowania i kwitnienia roślin. Dobre zaopatrzenie roślin w wodę i składniki pokarmowe w krytycznych fazach formowania plonu jest najważniejszym czynnikiem plonotwórczym.

MAKROELEMENTY

Wapń

Rzepak rozwija się prawidłowo tylko w glebie o uregulowanym w stosunku do biologicznych wymagań odczynie, który dla tej rośliny wynosi 6,5–7,0 pH. Odczyn gleby kształtuje właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby oraz

decyduje, czy składnik pokarmowy zostanie pobrany i w jakiej ilości (Grzebisz i wsp. 2005). Wapń (Ca) ze względu na łatwość reagowania z innymi pierwiastkami nie występuje w glebie w stanie wolnym, tworząc w niej liczne sole. Najwięcej tego pierwiastka zawierają gleby wapienne – rędziny (10–30% wapnia), podczas gdy w bielicach zawartość wapnia nie przekracza 0,1–0,6%. Brak lub rzadkie stosowanie nawozów wapniowych powoduje wypieranie wapnia z kompleksu sorpcyjnego i stopniowy wzrost zakwaszenia gleby. Wapń, obok regulującego wpływu na odczyn i strukturę gleby, dostarcza składnika pokarmowego, wobec którego rzepak ma bardzo duże wymagania pokarmowe, zwłaszcza w okresie dojrzewania roślin. Na wytworzenie 1 t plonu nasion (z odpowiednim plonem słomy) pobiera ok. 65–70 kg/ha Ca (Budzyński 2010). Wapń w roślinie odpowiada przede wszystkim za stabilizację błon komórkowych i ograniczenie ich przepuszczalności. Jest niezbędny przy podziałach komórkowych oraz modyfikuje procesy enzymatyczne, regulując aktywność enzymów odpowiedzialnych za przemiany węglowodanów, fosfolipazy, a-amylazy i ATPazy. Opóźnia także procesy starzenia się liści, a optymalna zawartość wapnia stymuluje wzrost korzeni oraz tworzenie się włośników. W roślinie wapń przemieszcza się wolno, stąd konieczność stałej jego obecności w środowisku glebowym, aby mógł być pobierany w całym okresie wegetacji. Pobieranie wapnia przez rzepak jest jednak bardzo nierównomierne: jesienią znikome, nasila się wraz wiosennym ruszeniem wegetacji, a w fazie pąkowania oraz kwitnienia osiąga swoje maksimum.

Fosfor

Fosfor (P) stanowi niezbędny składnik szeregu związków organicznych oraz wielu enzymów o podstawowym znaczeniu dla metabolizmu rośliny (Budzyński i Ojczyk 1996). Za pośrednictwem wysokoenergetycznych związków fosforanowych jest głównym przenośnikiem i akumulatorem energii w procesach biochemicznych, takich jak: fotosynteza, oddychanie, metabolizm tłuszczowy i przemiany azotowe. Bierze aktywny udział w syntezie tłuszczów i białek. Duże jego ilości są obecne w stożkach wzrostu, gdzie pełni ważną funkcję w budowie i wzroście systemu korzeniowego. Na początku wegetacji fosfor jest potrzebny do formowania się systemu korzeniowego, natomiast wiosną, po wznowieniu wegetacji, składnik ten jest niezbędny do regeneracji systemu korzeniowego i pobudzenia pączków wierzchołkowych na początku kwitnienia (Mengel 1991). Dobrze rozwinięty system korzeniowy ma olbrzymie znaczenie dla rzepaku, gdyż rośliny mogą pobrać większe ilości składników pokarmowych, mają łatwiejszy dostęp do wody i są bardziej tolerancyjne na stresy wywołane niedoborem wody (susza). Wielkość systemu korzeniowego, obok wilgotności gleby i jej zasobności w przyswajalną formę składnika, decyduje o dynamice pobierania składników w fazach krytycznych. Rzepak ozimy dzięki głęboko sięgającemu korzeniowi palowemu (1,5–2 m) może pobierać wodę i składniki pokarmowe ze znacznej głębokości. Ma jednak mało

korzeni bocznych, które słabiej niż korzenie wiązkowe zbóż przenikają warstwę orną gleby. Dlatego rośliny rzepaku od wczesnych stadiów rozwoju wymagają dobrego zaopatrzenia w łatwo przyswajalne składniki pokarmowe. Wiosną młode rośliny najwięcej fosforu gromadzą w liściach, a w miarę dojrzewania zwiększa się jego zawartość w organach generatywnych i nasionach. Krytyczna faza akumulacji fosforu ujawnia się później niż potasu, gdyż w okresie od początku kwitnienia do początku fazy nalewania nasion. Jeżeli zasobność gleby w fosfor jest optymalna dla rzepaku, zawartość tego składnika w suchej masie roślin wynosi 0,2–0,4%. W sytuacji niedoboru fosforu w glebie rośliny zawierają w suchej masie mniej niż 0,1% tego składnika (Muśnicki 2003). Fosfor zapewnia roślinom harmonijny wzrost i rozwój, uodparnia je na przemarzanie, wyleganie i niektóre choroby oraz zapobiega ujemnym skutkom przenawożenia azotem. Wskaźnikiem jego plonotwórczego działania są dobrze wykształcone, dorodne nasiona o dużej masie. Fosfor jest gromadzony głównie w nasionach, a jego zawartość w organach wegetatywnych jest 5-krotnie mniejsza (Budzyński i Ojczyk 1996). Około 60% fosforu zostaje wyniesiona z plonem nasion, natomiast w przypadku potasu jest odwrotnie – większość składnika jest wyniesiona z plonem słomy (tab. 2).

Tabela 2. Pobranie fosforu i potasu przez rośliny rzepaku w plonie 3 t/ha nasion i odpowiedniej masy korzeni i słomy

Składnik	Nasiona	Słoma (łodygi, liście i łuszczyny)	Korzenie	Ogółem
P [kg/ha] Relatywnie %	22 56	14 36	3 8	39 100
K [kg/ha] Relatywnie %	24 10	183 77	32 13	239 100

Źródło: Szukalski i wsp. (1987)

Rzepak do prawidłowego wzrostu wymaga stanowisk o wysokim poziomie zasobności w fosfor. Na takich stanowiskach może on wykazywać większą reakcję na poziom zasobności gleby niż na dawki fosforu w nawozie mineralnym. Reakcja ta jest tym większa, im większy jest potencjalny plon (Gaj 2000; Orlovius 2000).

Potas

Potas (K) występuje we wszystkich organach roślin, szczególnie w młodych liściach i wierzchołkach pędów. W dojrzałych roślinach kumuluje się głównie w organach wegetatywnych (w słomie 77%), w plonie nasion pozostaje jedynie 10% (tab. 2). Potas w roślinie występuje w postaci jonów K^+ w chloroplastach, w soku komórkowym i w cytoplazmie. W przeciwieństwie do azotu i fosforu nie wchodzi w skład trwałych związków organicznych. Jon potasu jest bardzo mobilny i w wa-

runkach niedoboru łatwo przemieszcza się z liści starszych do młodszych. W roślinie zarządza gospodarką wodną, regulując wraz z sodem, wapniem i magnezem uwodnienie cytoplazmy. Istotną rolę odgrywa w otwieraniu i zamykaniu aparatów szparkowych. Na stan niedoboru potasu wskazuje placowe więdnięcie roślin, co jest efektem wzmożonego parowania na skutek utraty zdolności tkanek do zatrzymywania wody. Potas stymuluje syntezę ATP i jest niezastąpionym aktywatorem licznych reakcji enzymatycznych – tym samym uczestniczy w powstawaniu, przemianie i transporcie asymilatów w roślinie. Zwiększa wytrzymałość na różnego rodzaju stresy: wymarzanie, wyleganie, choroby, przymrozki. Przeciwdziała skutkom suszy oraz korzystnie wpływa na jakość plonu, zapobiegając obniżeniu zawartości tłuszczów, w warunkach stosowania wysokich dawek azotu (Wałkowski i wsp. 2006). Potas warunkuje wykształcenie dużej liczby nasion, czyli podstawowego elementu struktury plonu. W warunkach intensywnego nawożenia może blokować przyswajanie innych kationów (N, Ca, Mg) i w efekcie prowadzić do pogorszenia jakości plonu (Budzyński i Ojczyk 1996).

Wymagania rzepaku w stosunku do potasu są bardzo duże, a największe ujawniają się w okresie maksymalnego wzrostu masy roślin, tj. od wiosennego ruszenia wegetacji, aż do kwitnienia. W tym okresie wysoko plonujący łan rzepaku pobiera 3–7 kg K_2O/ha/dzień (Orlovius 2000). Według Grzebisza i Gaj (2000) od początku kwitnienia zachodzi systematyczny spadek ilości potasu zakumulowanego w rzepaku tak, że tzw. pobranie końcowe tego składnika jest ilościowo mniejsze niż pobranie maksymalne. Autorzy ci stwierdzają, że określenie ilościowego zapotrzebowania rzepaku na składniki pokarmowe przeprowadzone tylko na podstawie pobrania końcowego jest niewystarczające do ich oceny plonotwórczej. Ze względu na duże wymagania rzepaku wskazują oni na ważną rolę zasobności gleby w potas i fosfor w uzyskiwaniu wysokich i wiernych plonów.

Azot

Spośród wszystkich składników pokarmowych najbardziej efektywnym w kształtowaniu plonu rzepaku jest azot (N). Jako podstawowy składnik białek (budulcowych i zapasowych) oraz kwasów nukleinowych, z których zbudowane są żywe części komórki, pierwiastek ten jest niezbędny do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Dobre zaopatrzenie rzepaku w azot zmniejsza skutki presji czynników stresogennych, w tym szkodników i chorób (Dembiński 1983), a także zwiększa możliwość regeneracji uszkodzeń (Boczek i Szlendak 1992).

Azot w glebie występuje prawie wyłącznie w postaci związków organicznych (białek, amidów, kwasów nukleinowych itd.), głównie w próchnicy, resztkach pożniwnych, w biomasie. Niewielką ilość (ok. 1–2%) azotu glebowego stanowią jego formy mineralne (amonowa – NH_4^+; azotanowa (V) – NO_3^- i azotanowa (III) – NO_2^-), różniące się stopniem dostępności dla roślin i bezpośrednio przez nie przyswajane. Jony azotanowe pobierane są szybciej, a te, które nie zostaną

pobrane przez rośliny mogą być łatwo wymywane poza strefę korzeniową. Straty formy amonowej mogą powstawać przez ulatnianie.

Azot w glebie podlega złożonym przemianom, na które istotny wpływ mają czynniki siedliskowe, klimatyczne i agrotechniczne. Bezpośrednio przyswajane przez rośliny mineralne formy azotu powstają w wyniku mineralizacji materii organicznej, pochodzą z wód opadowych oraz z azotu atmosferycznego, związanego przez bakterie *Rhizobium*, a także wolnożyjące bakterie *Azotobacter* (Budzyński 2010). Ilość dostępnego azotu mineralnego pośrednio zależy od rodzaju gleby, jakości przedplonu oraz poziomu nawożenia organicznego i mineralnego pod przedplon, a także od ilości opadów w zimie.

Rzepak ma duże wymagania pokarmowe w stosunku do azotu. Na 100 kg plonu końcowego nasion rzepak pobiera około 5–6 kg tego składnika, podczas gdy zboża na 100 kg plonu ziarna pobierają tylko 2–2,5 kg azotu (Fotyma i wsp. 2000). Na utworzenie jednostki plonu, rzepak zużywa znacznie więcej azotu niż fosforu.

Jesienią wymagania rzepaku względem azotu są niewielkie, ale znacznie większe niż fosforu i potasu. W glebach średnich i dobrych, na jakich uprawia się rzepak, ilość N_{min} (azotu mineralizowanego) wynosi w tym czasie 60–80 kg/ha (po dobrych przedplonach 90–120 kg/ha) i z reguły pokrywa zapotrzebowanie na ten składnik jesienią (Grzebisz i wsp. 2005; Budzyński i wsp. 2009). Podstawową rolą azotu w okresie trwania jesiennej wegetacji, od siewu do spoczynku zimowego, jest wykształcenie silnej rozety (8–9 liści osadzonych na krótkiej i grubej szyjce korzeniowej o średnicy ponad 8 mm) i mocnego, możliwie najdłuższego korzenia palowego. Jesienny rozwój rozety kontrolowany jest także przez temperaturę oraz dostępność wody i jest znaczący dla akumulacji związków zapasowych, które koncentrują się głównie w szyjce korzeniowej i korzeniach. Wielkość rozety jest wskaźnikiem zaopatrzenia w składniki pokarmowe. Niedobór azotu jesienią przyczynia się do słabego wzrostu roślin i szybkiej degradacji liści starszych, czego efektem jest drobna, słabo wykształcona rozeta, znacznie bardziej podatna na przemarzanie i charakteryzująca się słabszym wigorem wiosennym, słabsze jest również wiązanie łuszczyn na roślinie. Równie szkodliwy dla roślin jest także nadmiar azotu, bowiem powoduje wytworzenie wybujałych roślin z wysoko umieszczonym stożkiem wzrostu, co znacznie osłabia ich zimotrwałość, zwłaszcza podczas mroźnych zim. Poza tym duża część nadmiernie pobranego jesienią azotu jest tracona wraz z obumierającymi liśćmi, a zimą w dużym stopniu ulega wypłukiwaniu (Horodyski 1962).

Wiosną, od momentu ruszenia wegetacji do początku kwitnienia, rzepak ma duże wymagania względem azotu. Okres ten charakteryzuje się bardzo intensywnym przyrostem masy roślin i wyjątkową dynamiką pobierania azotu, który gromadzony jest w ich częściach wegetatywnych. Najwyższa akumulacja azotu w pędach, liściach i korzeniach występuje już pod koniec kwitnienia, bowiem później (po przekwitnięciu) azot przemieszcza się z tych części do powstających łuszczyn

i nasion. Efektywnemu zawiązywaniu łuszczyn i nasion w łuszczynie sprzyja umiarkowany dopływ azotu z zasobów glebowych, zaś dominującym źródłem azotu w nasionach (w 70%) są nadziemne części wegetatywne, z których azot (a także inne składniki) jest przemieszczany w końcowej fazie wegetacji rzepaku, czyli w tzw. fazie nalewania nasion (Budzyński 2010). Ważne jest zatem, aby azot w nawozach mineralnych podany był możliwie jak najwcześniej. Rzepak w okresie wiosennym wymaga również potasu, magnezu, siarki i boru, bowiem składniki te decydują o szybkości pobierania azotu i efektywności jego wykorzystania.

Siarka

Siarka (S) jest ważnym i niezbędnym składnikiem pokarmowym kształtującym wielkość oraz jakość plonu roślin. Spośród roślin uprawnych największe wymagania względem siarki (50–70 kg/ha S) wykazuje rzepak (Horodyski i wsp. 1972; Szukalski i wsp. 1987; Schnug i wsp. 1995; Zhao i wsp. 2003). Rzepak pobiera od 1,5 do 2 kg S/dt nasion i słomy, zwłaszcza wiosną w okresie od początku formowania łodygi do początku zawiązywania łuszczyn (Schnug i wsp. 1995). Wymagania rzepaku są w tym względzie dwukrotnie wyższe niż roślin bobowatych i buraków i aż czterokrotnie przewyższają potrzeby zbóż, traw, kukurydzy czy ziemniaków. Tak duże wymagania rzepaku często przewyższają ilość dostępnej siarki w glebie, bowiem na skutek polityki „czystego powietrza" coraz mniejsze jej ilości przedostają się do gleby z atmosfery w postaci mokrego i suchego opadu z siarką (Orlovius 2000; Wielebski 2000).

Rośliny pobierają siarkę z gleby, z opadów, z nawozów i pestycydów, jak również z atmosfery, w postaci deszczu albo bezpośrednio przez absorpcję form gazowych. Siarka przyswajana jest z gleby przez rośliny wyższe wyłącznie w postaci utlenionej jako jon siarczanowy (SO_4^{2-}). W niewielkich ilościach rośliny są w stanie asymilować siarkę z powietrza jako SO_2, a w specyficznych przypadkach z siarkowodoru H_2S (Grzebisz i Przygocka-Cyna 2003). Ze względu na aktualnie małą zawartość obu form siarki w powietrzu ich rola w odżywianiu roślin jest niewielka. Formy jonowe ($S_2O_3^-$, SO_3^{2-}) są również formami bezpośrednio przyswajalnymi.

Siarka w większości gleb występuje głównie w związkach organicznych (aminokwasy, białka i polipeptydy), których udział w zawartości siarki ogółem wynosi w wierzchniej warstwie gleb mineralnych od 50 do 80%, a w glebach organicznych może dochodzić nawet do 97% (Haneklaus i wsp. 2000). Mineralizacja organicznych związków siarki stanowi główne źródło siarki dla roślin w okresie ich wegetacji. W procesie tym siarka ze związków organicznych przy udziale mikroorganizmów (bakterie z rodzaju: *Thiobacillus, Thiobacterium, Sulfolobus, Thiospira* i inne) i enzymu sulfatazy oraz w odpowiednich warunkach: temperatury, pH i wilgotności, przechodzi w związki nieorganiczne – siarczany przyswajalne przez rośliny (Freney i Williams 1983). Siarka siarczanowa S-SO_4 jest łatwo pobierana

przez rośliny, ale jednocześnie jest formą mało stabilną, łatwo ulegającą wymywaniu, a także procesom mobilizacji oraz transformacji (Motowicka-Terelak i Terelak 1998; Szopka i wsp. 2011). Mineralizacja najlepiej przebiega w temperaturze 10–20°C, zaś spowolnieniu ulega przy niskiej temperaturze i wilgotności gleby. Wolne tempo mineralizacji w niskich temperaturach jest często przyczyną niedoboru siarki wczesną wiosną, kiedy temperatury gleby są jeszcze niskie, lecz wegetacja już ruszyła i wymagania roślin bardzo szybko wzrastają. Ponadto wczesną wiosną zazwyczaj brakuje siarki w glebie, gdyż siarczany w okresie jesienno-zimowym zostają wymyte przez padające deszcze, zwłaszcza gdy zima jest łagodna (Wielebski 2000).

W większości gleb Polski ilość siarki siarczanowej nie przekracza 20 mg/100 g gleby (Gaj i Klikocka 2011), a ponad połowa gleb użytkowanych rolniczo wykazuje niską zasobność w siarkę (<10 mg/100 g gleby) (Motowicka-Terelak i Terelak 1998). Wiele gleb w Polsce, zwłaszcza gleby lżejsze, a także średnie, wykazują zasobność w siarkę mineralną poniżej 1 mg/100 g gleby. Najwięcej gleb o niskiej zawartości siarki siarczanowej występuje w północnej i północno-wschodniej części Polski.

Siarka jest jednym z podstawowych i niezbędnych pierwiastków, który warunkuje prawidłowy rozwój wszystkich organizmów żywych. Pierwiastek ten stanowi ważny składnik związków strukturalnych (aminokwasów, białek, enzymów i in.) oraz jest niezbędny do przebiegu najważniejszych procesów metabolicznych w roślinie: syntezy białek, węglowodanów, tłuszczów i chlorofilu, bierze także udział w fotosyntezie. Najważniejsze funkcje siarki w roślinie wynikają z obecności tego składnika w aminokwasach siarkowych: cystynie, cysteinie i metioninie (Lityński i Jurkowska 1982), które wbudowywane są w cząsteczkę białka, a także są prekursorami innych ważnych związków, takich jak: glutation, tiamina (witamina B_1), biotyna (witamina H), koenzym A, kwas liponowy, tioredoksyny oraz sulfolipidy (Zhao i wsp. 1999). Tiamina odpowiedzialna jest za metabolizm węglowodanów, a witamina H z koenzymem A tworzy układ enzymatyczny niezbędny do syntezy kwasów tłuszczowych (De Kok i wsp. 2003). Glutation jako tripeptyd (glutamina-cysteina-glicyna) uczestniczy w magazynowaniu i transporcie zredukowanej siarki w roślinach (Zhao i wsp. 1999), a także utrzymuje stały potencjał oksyredukcyjny w komórkach roślinnych i zwierzęcych.

Siarka odgrywa szczególną rolę w metabolicznych przemianach azotu, przyspieszając transformację pobranego przez roślinę azotu w białko (Rice 2007). Siarka uczestniczy także w wiązaniu azotu atmosferycznego przez bakterie brodawkowe oraz w redukcji azotanów do amoniaku (Podleśna 2005). Zmniejsza zawartość niskocząsteczkowych form azotu w roślinie, stanowiących bezpośrednie źródło pożywienia dla mikroorganizmów patogennych.

Siarka jest ważnym komponentem glukozynolanów, naturalnie występujących tioglikozydów (tzw. olejków gorczycznych), powszechnie obecnych w roślinach

z rodziny Brassicaceae (Cruciferae) i Liliaceae (Oleszek 1995). Bezpośrednimi prekursorami w ich biosyntezie są aminokwasy, zarówno białkowe, jak i niebiałkowe, najczęściej metionina (łańcuch alifatyczny), tryptofan (pierścień indolowy) i fenyloalanina lub tyrozyna (pierścień aromatyczny) (Moreno i wsp. 2006). Glukozynolany pod wpływem enzymu mirozynazy (glukohydrolazy tioglikozydowej) uruchamianej w trakcie uszkodzenia tkanek roślin lub enzymów flory bakteryjnej przewodu pokarmowego zwierząt, są hydrolizowane głównie do izotiocyjanianów, nitryli i tiocyjanianów działających antyżywieniowo i obniżających wartość śruty (Halkier i Gershenzon 2006).

Dzięki pracom hodowlanym znacznie obniżono zawartość glukozynolanów (ze 170 do 10–25, a nawet kilku μM/g beztłuszczowej masy nasion), ale są one ciągle jednym z głównych związków ograniczając ych przyswajalność białka i działających antyżywieniowo (Krzymański 1993). Obecnie prace hodowlane prowadzone są w kierunku obniżenia zawartości glukozynolanów alkenowych, aż do ich całkowitej eliminacji. Natomiast glukozynolany indolowe pełniące funkcje ochronne w roślinie, występują w niewielkich ilościach i nie obniżają jakości śruty.

Zawarte w zielonych częściach roślin glukozynolany (indolowe), podobnie jak szereg innych związków organicznych zawierających siarkę, takich jak: H_2S, glutation, sulfolipidy i fitoaleksyny, zwiększają odporność roślin na stresy wywołane działaniem czynników środowiskowych, a także stresy spowodowane nalotem szkodników lub zarodników grzybów. Związki te pełnią często funkcje repelentów, atraktantów lub związków modyfikujących zachowanie szkodników oraz oddziałują allelopatycznie (Schnug i Haneklaus 1994; Oleszek 1995; Jędryczka i wsp. 2002; Gaj i Klikocka 2011).

Magnez

Magnez (Mg) pełni w roślinie szereg ważnych funkcji życiowych. Jest składnikiem chlorofilu, aktywatorem układów enzymatycznych regulujących ważne procesy (fotosyntezę, przemiany energetyczne, syntezę węglowodanów, białek, tłuszczów) oraz aktywatorem procesów odpowiedzialnych za pobieranie składników mineralnych z gleby. Pierwiastek ten w istotny sposób decyduje o efektach produkcyjnych. Z plonem 1 tony nasion i odpowiednią masą słomy rzepak pobiera 8–10 kg magnezu (MgO). Dolna granica zasobności gleby w ten składnik nie powinna być mniejsza od 5 mg/100 g gleby na glebach lekkich, a od 6 mg/100 g gleby na glebach średnich (Grzebisz i Härdter 2006). Gleby w Polsce są ubogie w magnez, czego dowodem jest ponad 60% gleb mieszczących się w klasie zasobności niskiej. Ponadto pobranie tego pierwiastka z gleby jest wyraźnie mniejsze w warunkach gleb kwaśnych, które stanowią ciągle duży odsetek gruntów ornych w naszym kraju (Obojski i Strączyński 1995).

W warunkach klimatycznych Polski ważne jest optymalne zaopatrzenie rzepaku w magnez już jesienią, bowiem sprzyja to wzrostowi korzeni, co przekłada

się na efektywniejsze pobieranie wody i składników pokarmowych z głębszych warstw gleby. Rośliny dobrze odżywione magnezem, ze względu na większą ilość cukrów prostych w liściach wykazują zwiększoną odporność na niskie temperatury. Wiosną wraz z ruszeniem wegetacji wzrasta zapotrzebowanie rzepaku na magnez, przy czym największe przypada na okres formowania łuszczyn i tworzenia nasion (BBCH 79–89). Magnez w roślinie kontroluje działanie azotu, a także przeciwdziała opadaniu łuszczyn w fazie dojrzewania. W warunkach naszego kraju wykorzystanie magnezu glebowego jest często limitowane przez susze glebowe przypadające na okres intensywnego wzrostu biomasy roślin rzepaku (Dzieżyc 1988). Rośliny pobierają z gleby kationy Mg^{2+}, które do korzeni docierają głównie z prądem transpiracyjnym wody (88%). Dlatego niedostateczna wilgotność gleby jest często czynnikiem ograniczającym pobieranie jonów Mg^{2+} nawet w glebach wykazujących wysoką zawartość magnezu (Grzebisz i Härdter 2006). Oprócz zasobów glebowych roślina w późniejszym okresie do rozwoju łuszczyn i nasion korzysta z zapasów magnezu zgromadzonego wcześniej w liściach i łodygach.

Optymalna zawartość magnezu w pełni rozwiniętych liściach na początku fazy wydłużenia pędu (BBCH 30) wynosi 0,15–0,25% s.m. (tab. 3).

Tabela 3. Optymalne zawartości składników pokarmowych w rzepaku ozimym*

Makroelementy [%]					
N 4,0–4,7	P 0,35–0,50	K 3,0–4,4	Ca 1,0–2,2	Mg 0,15–0,25	S 0,55–0,65
Mikroelementy [mg/kg]					
B 16–28	Mn 30–140	Cu 4,0–6,2	Fe 60–80	Zn 30–38	Mo 0,5–0,7

*w pełni rozwinięte liście pędu głównego na początku fazy wydłużania
Źródło: Grzebisz i Gaj (2000)

MIKROELEMENTY

Do optymalnego wzrostu roślin oprócz makroelementów (azotu, potasu, fosforu, magnezu i siarki) niezbędne są również mikroelementy (bor, mangan, cynk, molibden i miedź). W praktyce bardzo często pod rzepak stosuje się duże dawki nawozów podstawowych, nie uwzględniając jego zapotrzebowania na mikroelementy, które odgrywają nie tylko ważną rolę fizjologiczną w roślinie, ale mają również znaczenie plonotwórcze. Wymagania pokarmowe rzepaku w stosunku do mikroelementów podobnie jak do makroelementów są również wysokie

(Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak 2007). Podczas gdy makroelementy są podstawowymi składnikami budulcowymi, mikroelementy są przede wszystkim katalizatorami reakcji enzymatycznych. Mikroelementy są pobierane w mniejszych ilościach niż makroelementy, jednak bardzo często decydują o prawidłowym wykorzystaniu pozostałych składników. Gwarancją uzyskania wysokich plonów jest zaopatrzenie we wszystkie składniki pokarmowe, które w pełni zaspokoją potrzeby rzepaku w poszczególnych fazach jego wzrostu i rozwoju. Ważna jest również diagnostyka stwierdzająca stan odżywienia rzepaku danym składnikiem.

Bor

Bor jest jednym z najbardziej deficytowych pierwiastków pokarmowych roślin (Czuba 2000). Równie niekorzystny jest krajowy bilans tego mikroskładnika w glebie. Niską zasobność w bor stwierdzono u 79% gleb w kraju (Dębowski i Kucharzewski 2000). Wykazują ją zwłaszcza gleby lekkie i kwaśne wytworzone z piasków o dużej przepuszczalności. Z plonem wynoszone jest 60–600 g/ha B rocznie. Do tego dochodzą straty spowodowane wymywaniem (250 g/ha B rocznie, bowiem łatwiej niż inne mikroelementy wymywany jest z gleby, zwłaszcza z gleb lekkich). W sumie straty boru przewyższają przychody tego składnika (z mineralizacji, opadów atmosferycznych, nawożenia) (Budzyński 2010). Zawartości graniczne boru wynoszą na glebach lekkich 0,6 ppm, a na zwięzłych 0,8 ppm (Muśnicki 2003).

Szczególnie wysokie wymagania rzepaku względem boru (pięciokrotnie wyższe niż zbóż) wynikają z wysokiej zawartości tego składnika w organach generatywnych (pąkach, kwiatach, ziarnach pyłku) oraz z jego wpływu na wykształcanie nasion i zawiązywanie łuszczyn (Szukalski i wsp. 1987). Bor bierze udział w procesie podziału i różnicowania się komórek stożków wzrostu łodyg i korzeni. Pełni ważne funkcje w przemianach węglowodanów do tłuszczów, a także w syntezie kwasów nukleinowych, dlatego jego niedobór obniża zawartość tłuszczu w nasionach. Odpowiednia zasobność gleby w bor wymagana jest już jesienią, bowiem pierwiastek ten wpływa na prawidłowy rozwój korzenia głównego i właściwy poziom węglowodanów w roślinie, co ma istotne znaczenie w przygotowaniu rzepaku do zimowania. Faza krytyczna zapotrzebowania na bor w przypadku stanowiska ubogiego rozpoczyna się w momencie zwarcia międzyrzędzi (BBCH 30–39), a na glebach zasobnych – w fazie pąkowania i kwitnienia (BBCH 60–69) (Podleśna 2005). Dostateczna zawartość boru w liściach w pełni rozwiniętych na początku fazy wydłużenia pędu rzepaku (BBCH 30) powinna wynosić 16–28 mg/kg (tab. 3). Dla roślin pierwiastek ten jest łatwo dostępny z gleb o odczynie kwaśnym, dobrze uwilgotnionych, natomiast z gleb alkalicznych przyswajanie jest mniejsze. Bor jest pobierany przez rośliny z wodą, stąd większe prawdopodobieństwo niedoboru tego pierwiastka występuje w latach suchych (Szukalski 1979).

Mangan

Spośród mikroelementów mangan (Mn) pobierany jest przez rzepak w największych ilościach (ok. 270 g/ha), szczególnie od momentu ruszenia wegetacji do fazy kwitnienia (BBCH 30–60). W glebie występuje w związkach mineralnych, natomiast do gleby dostaje się wraz z nawozami organicznymi i wapniowymi. Czynnikiem decydującym o wykorzystaniu manganu (jak również cynku i częściowo boru) jest pH gleby. Składnik ten jest niedostępny dla roślin na glebach o pH powyżej 6 (Gorlach 1991), natomiast z gleb kwaśnych jest wymywany (głównie dostępne dla roślin rozpuszczalne w wodzie związki manganu dwuwartościowego). Większość gleb Polski (ok. 90%) charakteryzuje się wysoką i dostateczną zasobnością w mangan, która pokrywa wymagania rzepaku względem tego mikroelementu (Dębowski i Kucharzewski 2000).

Mangan reguluje w roślinie procesy oddychania i gospodarki żelazem, a częściowo także węglowodanami. Niedobór manganu hamuje proces fotosyntezy i prowadzi do zmniejszenia liczby łuszczyn oraz zawartości tłuszczu w nasionach.

Molibden

Molibden (Mo) jest drugim mikroelementem, na którego niedobór rzepak jest szczególnie wrażliwy. Średnio plonujący rzepak pobiera molibden w ilości około 4 g/ha. Składnik ten reguluje przemiany azotu i fosforu w roślinie. Jako komponent reduktazy azotanowej uczestniczy w redukcji azotanów, a więc w pierwszym etapie tworzenia białek (Szukalski 1979). Niedobór molibdenu prowadzi do akumulacji azotanów, osłabienia wzrostu roślin i zahamowania syntezy białka. W Polsce udział gleb o niskiej zawartości molibdenu szacuje się na około 40% (Dębowski i Kucharzewski 2000). Zazwyczaj przyczyną niedoboru tego pierwiastka w glebie jest mała zasobność w wapń, bowiem dostępność molibdenu dla roślin jest ograniczona w glebach kwaśnych, których udział w Polsce stanowi blisko 60% areału. Przyswajalność molibdenu zwiększa się wraz ze wzrostem pH gleby. W glebach o uregulowanym odczynie niedostatek tego składnika właściwie nie występuje.

Cynk

Cynk w roślinie reguluje przemiany związków węgla i fosforu oraz syntezę aminokwasów i ich przemianę w białko, a także bierze udział w syntezie regulatorów wzrostu. Niedobór tego pierwiastka obniża poziom auksyn i hamuje wzrost roślin (Szukalski 1979). Faza krytyczna niedoboru cynku przypada na fazę wydłużeniowego wzrostu pędu głównego rzepaku. Chociaż pobranie tego składnika przez rzepak jest duże (ponad 500 g/ha), niedobory cynku w rzepaku występują bardzo rzadko. Mogą się jednak pojawić na glebach o obojętnym lub zasadowym odczynie, bowiem mangan nie jest prawie wcale pobierany z gleby o wysokim pH (Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak 2007). Optymalna zawartość cynku w liściach rzepaku na początku fazy wydłużania pędu głównego wynosi 30–38 mg/kg s.m. (tab. 3).

Miedź

Miedź (Cu) jako składnik wielu enzymów bierze udział w procesach fotosyntezy, oddychania, transportu węglowodanów oraz metabolizmie błon komórkowych (Kabata-Pendias i Pendias 1999). Pierwiastek ten w warunkach intensywnego nawożenia azotem reguluje niektóre przemiany związków azotowych w roślinie. Korzystnie wpływa również na prawidłowe wytwarzanie przez rośliny chlorofilu. Niedostatek miedzi ogranicza wiązanie amoniaku w aminokwasy oraz powoduje zaburzenia w biosyntezie białek. Rzepak pobiera średnio 10 g Cu/t nasion. Krytyczna zawartość miedzi w nadziemnych częściach roślin mieści się w granicach od 4–6,2 mg/kg s.m.

RZEPAK JARY

Ze względu na krótszy okres wegetacji, który wynosi 100–130 dni, rzepak jary ma mniejsze wymagania pokarmowe niż rzepak ozimy, zwłaszcza dotyczące azotu. W porównaniu ze zbożami ma 1,5–2 razy większe zapotrzebowanie na składniki pokarmowe (Savenkov 1993). Podobnie jak rzepak ozimy do prawidłowego wzrostu i efektywnego wykorzystania składników pokarmowych rzepak jary wymaga gleb zasobnych, zwięzłych, o dobrej strukturze i odczynie obojętnym (pH 6–7). Gleby kwaśne należy bezwzględnie zwapnować. Rzepak jary ma również duże zapotrzebowanie na siarkę, magnez i bor.

4.2. Potrzeby nawozowe

RZEPAK OZIMY

Potrzeby nawozowe określają ilości składników pokarmowych, które w konkretnych warunkach glebowych należy zastosować, by zaspokoić potrzeby roślin i uzyskać wysokie plony. Ze względu na duże potrzeby nawozowe nawożenie jest najdroższym elementem uprawy rzepaku (ponad 40% kosztów bezpośrednich), ale jednocześnie podstawowym czynnikiem agrotechnicznym decydującym o wysokości i jakości plonu. Prawidłowe nawożenie rzepaku musi zapewnić maksymalne wykorzystanie dużego potencjału plonotwórczego aktualnie uprawianych odmian rzepaku. W technologii uprawy rzepaku prawidłowe nawożenie powinno zapewnić nie tylko uzyskanie dużych i wiernych plonów, ale także gwarantować utrzymanie zasobności gleby w podstawowe składniki pokarmowe na poziomie pozwalającym wysoko plonować roślinom następczym. Należy pamiętać, że nawożenie jest głównym, ale nie jedynym czynnikiem decydującym o wysokości plonu. Uzyskanie wysokich plonów nasion gwarantuje stosowanie kompleksowej (integrowanej) technologii uprawy rzepaku ozimego. Przy ustalaniu dawek poszczególnych składników pokarmowych należy wziąć pod uwagę zasobność gleby w przyswajalne składniki pokarmowe, pH gleby oraz poziom oczekiwanych plonów.

MAKROELEMENTY

Wapń

Podstawą efektywnego wykorzystania nawozów mineralnych stosowanych pod rzepak jest uregulowany odczyn gleby. Rzepak jest bowiem rośliną wrażliwą na zakwaszenie gleby. Regulacja odczynu glebowego ma podstawowe znaczenie w nawożeniu rzepaku. Wapnowanie, oprócz pozytywnego wpływu na strukturę gleby i jej odczyn, poprawia także warunki rozkładu materii organicznej, efektywność działania organizmów bytujących w glebie oraz powoduje zwiększenie wykorzystania przez rośliny nawozów mineralnych. Korzystnie oddziałując na równowagę jonową w glebie i likwidując toksyczne oddziaływanie glinu i manganu, długotrwale poprawia żyzność gleby. Reakcja rzepaku na wapnowanie jest silnie dodatnia, a efektywność jest tym większa, im bardziej kwaśny ma odczyn gleba (Budzyński i wsp. 2005). Wapnowanie pod rzepak powinno być wykonywane regularnie w zmianowaniu (jeden raz w cyklu czteroletnim), najlepiej pod przedplon. Wapń wchodzi bowiem wolno w reakcję z glebą i dlatego efekt wapnowania widoczny jest najwyraźniej w drugim, trzecim i czwartym roku po przeprowadzeniu zabiegu. Wapnować można także bezpośrednio pod rzepak, w zespole upraw pożniwnych. W przeciętnych warunkach agrotechnicznych zalecane jest stosowanie nawozowego wapna węglanowego w dawce 2–2,5 t/ha (Wałkowski i wsp. 2007). Wysokość dawki nawozu wapniowego można określić według kwasowości hydrolitycznej i porównać z dawkami zestawionymi w tabeli 4. Stosując wapno pod rzepak, Budzyński (2010) zaleca formę tlenkowo-węglanową w dawce zmniejszonej o 1/3 w stosunku do obliczonej według kwasowości hydrolitycznej. Rynek oferuje szeroki asortyment nawozów wapniowych. Wapno tlenkowe (CaO) działa szybciej niż węglanowe ($CaCO_3$), ale może przesuszać glebę. Zalecane jest zatem na gleby zwięzłe, gliniaste i ilaste, ponieważ może przyczynić się do rozluźnienia struktury tych gleb. Wapno tlenkowe w zbyt dużej dawce może zakłócić wschody roślin i jesienną wegetację. Wapno węglanowe zalecane jest na wszystkie pozostałe gleby. Na glebach ubogich w magnez należy stosować wapno magnezowe bądź magnezowo-tlenkowe (gleby zwięzłe) lub wapno magnezowo-węglanowe (gleby lżejsze).

Tabela 4. Dawka nawozu wapniowego (CaO) w zależności od kategorii agronomicznej gleby

Kategoria agronomiczna gleby	Wapnowanie [t/ha]			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Lekka	3,5	2,5	1,5	–
Średnia	4,5	3,0	1,7	1,0
Ciężka	6,0	3,0	2,0	1,0

Źródło: Grzebisz i Gaj (2000)

Fosfor i potas

Odpowiednie zaopatrywanie gleby w fosfor (P) i potas (K) to jeden z podstawowych warunków uzyskania wysokich i wiernych plonów nasion rzepaku ozimego (Wałkowski i wsp. 2007). Grzebisz i wsp. (2005) uważają, że wiedza o ilościowym zapotrzebowaniu rzepaku na potas i fosfor jest diagnostycznie użyteczna, lecz nie jest bezpośrednią podstawą określenia potrzeb nawozowych. Podkreślają oni, że rzepak bardziej reaguje na poziom zasobności gleby w P i K niż na nawożenie bieżące. Twierdzą, że gleby zawierające duże ilości przyswajalnego fosforu i potasu są w stanie przez wiele lat zaspokajać potrzeby pokarmowe roślin nawet wysoko plonujących. Przy małej zasobności gleby rośliny nie są w stanie pobrać dostatecznej ilości składnika w okresie największego zapotrzebowania, nawet przy wysokich dawkach nawozowych. A zatem zasobność niższa od poziomu średniego, który dla fosforu wynosi 15 mg/100 g gleby P_2O_5 niezależnie od kategorii agronomicznych gleb, a dla potasu w odniesieniu do gleb lekkiej, średniej i ciężkiej kształtuje się odpowiednio na poziomie 15, 20 i 25 mg/100 g gleby K_2O, uniemożliwia uzyskanie wysokich plonów i jest ważniejsza od poziomu dawek nawozów mineralnych (Grzebisz i wsp. 2005; Wałkowski i wsp. 2006; Budzyński i wsp. 2009). Dlatego podstawą systemu nawożenia P i K powinien być bilans obu składników w zmianowaniu z rzepakiem. Przy pozostawieniu słomy do zaorania tzw. wynos potasu z pola jest niewielki. Jeśli słoma jest z pola zbierana, to corocznie wywozi się około 190 kg/ha potasu. Należy to wziąć pod uwagę, sporządzając bilans składników pokarmowych i przygotowując pole pod uprawę rośliny następczej. Do prawidłowego wzrostu rzepaku konieczne jest całkowite pokrycie zapotrzebowania rzepaku na potas. Z dużych ilości potasu pozostałego w słomie będą korzystać rośliny uprawiane po rzepaku. W bilansowaniu fosforu i potasu nawozy naturalne traktowane są równorzędnie z mineralnymi, równoważność nawozowa = 1 (Grzebisz i wsp. 2005; Budzyński i wsp. 2009).

Potas jest dostarczany głównie w formie wysokoprocentowych soli potasowych, kainitu lub kamexu, w siarczanie potasu, a także w nawozach wieloskładnikowych. Forma chemiczna składnika w nawozie nie ma znaczenia, ale należy wziąć pod uwagę, że siarczan potasu zawiera również inny ważny składnik, jakim jest siarka. Szeroka gama występujących na rynku nawozów fosforowych nie różni się efektem plonotwórczym, dlatego przy jego wyborze nie ma specjalnych preferencji (Gaj 2000). Najbardziej racjonalne jest stosowanie nawozów wieloskładnikowych o składzie odpowiadającym potrzebom rzepaku. Zawierają one dwa, trzy lub więcej podstawowych składników pokarmowych (azot, fosfor, potas, a często także magnez, siarkę, sód i mikroelementy), dlatego umożliwiają wybór nawozu najlepiej dostosowanego do określonej zasobności gleb i potrzeb pokarmowych rzepaku (Wałkowski i wsp. 2007). O ich wyborze często decyduje cena. Warunkiem podstawowym do określenia dawek fosforu i potasu jest zasobność gleby w przyswajalne formy tych składników oraz poziom oczekiwanych plonów

Tabela 5. Racjonalne dawki P_2O_5 i K_2O pod rzepak obliczone według wymagań pokarmowych i zasobności gleby

Składnik	Zasobność gleby	Poziom uzyskiwanych plonów [dt/ha]		
		20	30	40
P_2O_5	wysoka i bardzo wysoka	40	50	65
	średnia	70	80	95
	niska i bardzo niska	90	100	115
K_2O	wysoka i bardzo wysoka	70	90	135
	średnia	105	115	160
	niska i bardzo niska	120	145	180

Źródło: Budzyński i wsp. (2009)

(tab. 5). Nawożenie P i K powinno zapewnić utrzymanie odpowiedniej zawartości tych składników w glebie, a jeśli jest ona mniejsza od wymaganej, nawożenie należy zwiększyć. W warunkach dużej zawartości tych składników reakcja rzepaku na nawożenie fosforem i potasem jest słaba, ale jak twierdzą Grzebisz i wsp. (2005), tylko w warunkach słabej reakcji roślin na P i K można uzyskać wysokie plony.

Azot

Spośród czynników agrotechnicznych kształtujących plon nasion rzepaku największe znaczenie ma nawożenie azotem (N). Należy pamiętać, że rzepak może wykorzystać tylko 50–65% zastosowanego azotu, a zapotrzebowanie na ten składnik jest duże. Racjonalne nawożenie azotem jest zatem bardzo ważne nie tylko z punktu widzenia ekonomicznego (nawozy azotowe są drogie), ale także ze względów ekologicznych. Od 2019 r., zgodnie z programem azotanowym, maksymalne ilości azotu działającego ze wszystkich źródeł dla rzepaku nie mogą przekraczać 240 kg N/ha.

Wysokość przedsiewnej dawki azotu pod rzepak powinna odpowiadać rzeczywistemu zapotrzebowaniu młodych roślin, by zapewnić im właściwy rozwój. Nawożenie rzepaku azotem w jesieni, nawet po przedplonach zbożowych, powinno być umiarkowane. Azot jest składnikiem łatwo wymywanym z gleby, dlatego powinien być stosowany w ilościach, które zostają możliwie szybko pobrane przez rośliny. Dawka azotu nawozowego jesienią w najuboższych stanowiskach nie powinna przekroczyć 50 kg/ha (Grzebisz i wsp. 2005). W stanowisku po zbożach, które niezbyt obficie były nawożone, zawartość azotu mineralnego (N_{min}) w glebie jest mniejsza, a ponadto jest on niedostępny dla roślin na skutek zachwiania stosunku C : N przez przyoraną ścierń. Aby zapewnić właściwy rozwój rozet, niezbędne jest nawożenie azotem w dawce około 40 kg/ha. Przyorując słomę, wskazane jest zwiększenie dawki do 60 kg/ha. W dobrych i bardzo dobrych stanowiskach, zwłaszcza po bobowatych lub mieszankach bobowato-zbożowych,

nawożenie azotem w jesieni jest zbędne. Przy ustalaniu jesiennej dawki azotu należy uwzględnić efekt następczy azotu zastosowanego pod przedplon, wykorzystując do tego celu równoważnik nawozowy azotu zastosowanego pod przedplon, który wynosi 0,25 (25%) (Fotyma i wsp. 2000). Oznacza to, że 100 kg/ha azotu zastosowanego pod przedplon wykazuje takie samo działanie nawozowe, jak 25 kg/ha w nawozach zastosowanych bezpośrednio pod rzepak. Jesienią można stosować w zasadzie każdy nawóz azotowy w formie stałej i płynnej.

Wiosenna dawka azotu odgrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu zarówno plonu, jak i składu chemicznego nasion (Muśnicki 1989). Azot w fazie intensywnego wzrostu rzepaku (od wzrostu pędu głównego do kwitnienia) korzystnie wpływa na masę wegetatywną, a także na liczbę łuszczyn na roślinie (Pałosz i wsp. 1991; Wójtowicz i Wielebski 1995; Wójtowicz 2013) oraz masę 1000 nasion (Barszczak i Barszczak 1995). Przeciętna dawka azotu powinna się kształtować w przedziale 140–180 kg N/ha (140 kg po dobrych przedplonach, w granicach 180 kg po gorszych przedplonach, jak np. po zbożach). Dawki większe od 80–100 kg/ha azotu zaleca się dzielić. Określenie optymalnej wiosennej dawki azotu dla konkretnej plantacji rzepaku należy rozpocząć od ustalenia poziomu przewidywanego plonu. Kolejnym etapem jest oznaczenie zawartości azotu zmineralizowanego w wierzchniej warstwie gleby N_{min} (0–90). W glebach średnich i dobrych, na których zazwyczaj uprawia się rzepak, zawartość N_{min} może wynosić 60–90 kg/ha, a przy poprawnym zmianowaniu, co najmniej 20–30% więcej. Metoda N_{min} mimo swej uciążliwości dość trafnie określa rzeczywiste potrzeby nawozowe, dlatego powinna być stosowana. Wyznaczoną za pomocą metody N_{min} dawkę azotu należy korygować, biorąc pod uwagę analizę przedplonu i systemu nawożenia organicznego roślin przedplonowych, strukturę łanu (obsadę i stanu roślin w łanie) oraz sumę i rozkład opadów wiosną (Grzebisz i wsp. 2005). Po ruszeniu wiosennej wegetacji miernikiem stanu odżywienia azotem i wyznacznikiem jego uzupełniających dawek (dolistnych) może być zawartość azotu w liściach w pełni rozwiniętych, na początku fazy wydłużenia pędu (BBCH 30). Zawartość poniżej 4% N w s.m. może świadczyć o konieczności dodatkowego nawożenia, natomiast zawartość powyżej 5% świadczy o bardzo dobrym odżywieniu azotem.

Z czynników agrotechnicznych najsilniej różnicujących efekt plonotwórczy zastosowanego azotu Budzyński i Jankowski (2000) wymieniają przedplon oraz intensywność działań plonochronnych. Efektywność zastosowanych dawek azotu zależna jest także od uwilgotnienia gleby i poziomu osiąganych plonów (Muśnicki 1989). Na podstawie wieloletnich ścisłych badań poletkowych wykazano, że plonotwórcze działanie azotu po gorszych przedplonach obserwowano do dawek 180–200 kg/ha (Budzyński 1986; Muśnicki 1989; Jankowski i wsp. 1998; Fotyma i wsp. 2000). Niewiele badań wykazało istotne zwyżki plonu pod wpływem wysokich (220–280 kg/ha) dawek tego składnika (Harris

1980; Wojnowska i wsp. 1995; Wielebski i Wójtowicz 1998). Po dobrych przedplonach (np. grochu) plon wzrastał do dawki 120 kg N/ha (Jasińska i wsp. 1997). Wskaźniki efektywności nawożenia miały większe wartości w obiektach z pełną ochroną roślin niż w obiektach z ochroną minimalną (Fotyma i wsp. 2000). Z badań prowadzonych w gospodarstwach wielkoobszarowych wynika, że na prawie 60% plantacji stosowano dawki 180–240 kg N/ha, przy czym krzywa produkcji wzrastała do dawki 194 kg N (Jankowski i wsp. 2005). Badania ścisłe wykazały, że produktywność 1 kg N dla rzepaku jest w praktyce stosunkowo niska. Należy pamiętać, że efektywność plonotwórczą azotu warunkuje również dostateczne pobranie i zaopatrzenie roślin rzepaku w pozostałe składniki mineralne, zwłaszcza w magnez i siarkę.

Siarka

Siarka (S) przez wiele lat była postrzegana przede wszystkim w aspekcie jej nadmiaru i niekorzystnego oddziaływania na środowisko naturalne (glebę, rośliny). Wynikało to ze znacznego stopnia zanieczyszczenia atmosfery związkami siarki. Ilość tego pierwiastka, jaka dostawała się do gleby, z powietrza nie tylko pokrywała potrzeby roślin, ale często wywierała niekorzystny wpływ na ich rozwój. Siarkę traktowano zatem jako ważny element wzrostu roślin, ale nawożenia tym składnikiem nie uważano za konieczne. Postępujący od lat 90. XX wieku spadek emisji siarki do atmosfery oraz zmniejszenie ilości tego składnika wnoszonego w nawozach mineralnych i organicznych, doprowadziły do zachwiania bilansu siarki w agroekosystemach i pogorszyły wyraźnie zasobność gleby, a w konsekwencji i roślin w ten składnik. Mniejsze ilości siarki, które znajdują się w powietrzu nie pokrywają potrzeb pokarmowych roślin, zwłaszcza mających duże wymagania względem tego pierwiastka. W konsekwencji nastąpił wzrost zainteresowania siarką jako składnikiem nawozowym roślin uprawnych, a uzupełnienie niedoborów siarki w glebie stało się niezbędnym elementem nawożenia wielu roślin, zwłaszcza rzepaku. Czynnikami wzmagającymi jej deficyt, a tym samym zmuszającymi do nawożenia siarką są: wymywanie tego pierwiastka przez opady atmosferyczne, intensyfikacja produkcji, wzrost udziału rzepaku i roślin krzyżowych w strukturze zasiewów, uprawa rzepaku na glebach lżejszych o małej zawartości próchnicy oraz oddalenie plantacji od centrów przemysłowych i miejskich. Wyniki wieloletnich badań wykazały, że rzepak reagował zwyżką plonu na nawożenie siarką szczególnie w warunkach niedoboru lub niedostatecznego zaopatrzenia roślin w ten składnik. Większość tych badań wskazuje, że do uzyskania optymalnego plonu wystarcza aplikacja siarki w dawkach nie wyższych niż 30 kg/ha (Wielebski i Muśnicki 1998). Tylko w warunkach wystąpienia bardzo dużego niedoboru proponuje się dawki wyższe, nawet do poziomu 70 kg/ha. Brak wyraźnego wpływu lub słabą reakcję na nawożenie siarką wykazano w warunkach dobrego zaopatrzenia w siarkę. W takich warunkach nawoże-

nie siarką było nieefektywne, przy czym bardzo często niewielkiemu przyrostowi plonu towarzyszył wyraźny wzrost zawartości glukozynolanów w nasionach (Wielebski i Muśnicki 1998).

Wielu autorów wskazuje na silną interakcję między nawożeniem siarką a azotem (Zhao i wsp. 1997; Sattar i wsp. 2011; Wielebski 2012). Wpływając na gospodarkę azotem, który jest składnikiem najbardziej plonotwórczym, siarka bezpośrednio oddziałuje na plon nasion, a także na ich jakość (Krauze i Bowszys 2000; Podleśna 2003). Słaba reakcja w plonie nasion na nawożenie występuje w przypadku niedoboru jednego z tych składników, a maksymalny plon można osiągnąć tylko wtedy, gdy obydwa elementy występują w odpowiedniej ilości. Przyswajanie obu składników jest zależne, a o prawidłowych przemianach azotu i siarki w roślinie decyduje właściwa relacja N : S, która dla rzepaku powinna wynosić od 5 : 1 do 7 : 1 (Fismes i wsp. 2000). W miarę zwiększania dawek azotu zwiększa się pobranie siarki. Zwiększa się również efektywność zastosowanego azotu. Rośliny dobrze odżywione siarką pobierają więcej azotu, a tym samym lepiej wykorzystują go z nawozów, zwłaszcza z dużych dawek składnika (Fotyma 2003), co ma również aspekt ekologiczny, bowiem zmniejsza się ryzyko wymywania azotanów do wód gruntowych.

Nawożenie siarką w istotny sposób wpływa nie tylko na wielkość plonu, ale także na cechy jakościowe nasion i oleju. Wielu autorów wskazuje na pozytywny wpływ nawożenia siarką, na zawartość białka w nasionach. Wzrasta nie tylko ilość, ale także zmienia się skład aminokwasowy białka, zwłaszcza ważnych żywieniowo aminokwasów egzogennych, głównie metioniny i cysteiny (Horodyski i Krzywińska 1979; Barczak 2010). Nawożenie siarką powoduje również wzrost zawartości w nasionach związków niepożądanych – glukozynolanów. Pod wpływem nawożenia siarką, co wykazują wszystkie badania, istotnie wzrasta w nasionach suma glukozynolanów alkenowych, natomiast w mniejszym stopniu lub nie wzrasta w ogóle zawartość glukozynolanów indolowych (Schnug 1989; Wielebski i Wójtowicz 1993; Budzyński i Ojczyk 1995; Szulc i wsp. 2000; Jankowski 2007; Wielebski 2011, 2015). Przyrost glukozynolanów jest tym większy, im mniejsze jest zaopatrzenie roślin w siarkę (Wielebski i Wójtowicz 2003). Obecność tych substancji antyżywieniowych (zwłaszcza glukozynolanów alkenowych) obniża wartość paszową wytłoków i śruty rzepakowej uzyskanych z nasion rzepaku.

Z tego powodu stosowanie nawozów siarkowych powinno być poprzedzone rozpoznaniem stanu odżywienia roślin tym składnikiem. Aplikowanie nadmiernych dawek siarki nie jest zasadne ze względu na możliwość pogorszenia jakości zbieranych nasion. Aby dokładnie ocenić dostępność siarki dla roślin, oprócz analizy gleby, wskazana jest ocena wizualna i analiza zawartości siarki w młodych liściach rzepaku w okresie od fazy wydłużenia pędu do fazy kwitnienia (tab. 6).

Diagnoza taka pozwoli na korektę stanu odżywienia przez odpowiednie dokarmianie dolistne. Wielebski (2006) najwyższe plony uzyskał, stosując nalistnie

Tabela 6. Zawartość i ocena stanu odżywienia siarką

Zawartość siarki [% s.m.]	Stan odżywienia
<0,35	niski
0,36–0,55	niedostateczny
0,56–0,65	optymalny
>0,65	wysoki

Źródło: Schnug i Haneklaus (1994)

10 kg S/ha w fazie pojedynczych, nadal zamkniętych pąków kwiatowych. Przy ustalaniu wysokości nawożenia pomocna może być również dokładna obserwacja głównych parametrów pogody (opadów, temperatury) w okresie jesienno-zimowym i wczesnej wiosny, która pozwoli przewidzieć ryzyko wystąpienia niedoborów siarki i w razie potrzeby szybko uzupełnić jej braki. Stosowanie umiarkowanych dawek siarki (do 30 kg S/ha) zapobiega ryzyku przenawożenia siarką i pogorszenia jakości nasion. Niektórzy uważają, że na terenach, gdzie występują niedobory siarki, dawka składnika powinna stanowić 1/3–1/4 dawki azotu (Grzebisz i Gaj 2000). Dawkę tego składnika można zastosować w formie jednego z nawozów siarkowych.

Magnez

Przy optymalnym poziomie zasobności gleby, wskazane jest zastosowanie magnezu (Mg) w ilości pokrywającej część zapotrzebowania bytowego, które kształtuje się na poziomie 1 kg/dt nasion MgO. Wybór nawozu zależy od aktualnego stanu zasobności gleby w magnez i jej odczynu. Na stanowiskach o uregulowanym odczynie podstawowym nawozem magnezowym powinien być kizeryt, którego należy zastosować 1 dt/ha pod orkę siewną, co jest równoznaczne z wprowadzeniem do gleby 27 kg/ha MgO (Grzebisz i Gaj 2000). Można także zastosować siarczan magnezowy, który zawiera 16% MgO w dawce około 150 kg/ha lub mączki magnetyzowe, tzw. Rolmagi (Wałkowski i wsp. 2000). W stanowiskach kwaśnych źródłem magnezu są nawozy wapniowe zawierające magnez. W warunkach suszy dobrym rozwiązaniem jest dolistne nawożenie magnezem w okresie od fazy rozety do fazy kwitnienia, w dawce 1,5 kg/ha MgO (w każdym zabiegu) (Barłóg i Potarzycki 2000). Diagnoza odżywienia rzepaku magnezem pozwala na korektę tego stanu, stosując dolistnie siarczan magnezu.

MIKROELEMENTY

Bor

Ze względu na duże zapotrzebowanie rzepaku na bor (również już jesienią), szczególnie na glebach ubogich w ten składnik, nawożenie tym pierwiastkiem

należy wykonać w okresie przygotowywania stanowiska, stosując przedsiewnie nawozy borowe lub wieloskładnikowe borowe tak, aby bor był dostępny dla rzepaku przez cały okres wegetacji. W zależności od zasobności stanowiska w bor stosujemy, według różnych źródeł, 1–3 kg/ha B (Grzebisz i Gaj 2000; Budzyński 2010). Najczęściej stosuje się superfosfat z dodatkiem boru lub boraks, bądź inny nawóz wieloskładnikowy doglebowy zawierający ten mikroelement (Lubofos pod rzepak, Luboplon R oraz Polifoskę B). Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak (2007) do nawożenia przedsiewnego zalecają kwas borowy H_3BO_3 – sól techniczną w dawce 2 kg B/ha. Aktualnie nawożenie mikroelementami opiera się na dolistnym odżywianiu roślin tymi składnikami. Dolistna aplikacja składnika zwiększa jego wykorzystanie i pozwala go zastosować w krytycznych dla zapotrzebowania fazach. Do nawożenia dolistnego od fazy rozety do zielonego pąka stosuje się Solubor DF (B 17%) lub ADOB BOR (B 10,5%) w dawce 1–3 l/ha, natomiast w fazie zielonego pąka Insol B (B 10%) w dawce 1–2 l/ha w 300 l wody, który można stosować łącznie z roztworem mocznika, RSM (roztwór saletrzano-mocznikowy) i siarczanem magnezu.

Im zawartość boru jest mniejsza od zawartości granicznej, tym skuteczniejsze jest nawożenie borem. Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak (2007) przytaczają prace wielu autorów, którzy w licznych doświadczeniach polowych uzyskali pod wpływem nawożenia borem zwyżki plonów nasion w zakresie od 5–18% przy niskiej i średniej zasobności gleb w ten mikroelement. Ci sami autorzy podają, że Bowszys (1996), nawożąc rzepak dolistnie coraz większymi dawkami boru (0,4–1,2 kg/ha), najlepsze efekty (0,71 t/ha) uzyskała po zastosowaniu dawki najwyższej.

Mangan

W nawożeniu manganem (Mn) należy uwzględnić pH i poziom zasobności gleby, a także formę chemiczną nawozu. Nawożenie rzepaku manganem należy stosować na glebach zwapnowanych o pH > 6,0, gdzie pierwiastek ten jest niedostępny dla roślin. Jeżeli w glebie występują znaczne niedobory Mn, należy zastosować nawożenie doglebowe, które zwiększa naturalne zasoby tego składnika. Najlepiej nawozić wtedy siarczanem manganowym ($MnSO_4 \times 5\ H_2O$) w ilości 10–20 kg/ha Mn, zwykle razem z nawozami potasowymi (Budzyński 2010). Można zastosować również inny nawóz stały wieloskładnikowy, doglebowy zawierający ten mikroelement (Polifoska B, Superfosfat 20, Lubofos pod rzepak, Luboplon R). W okresie trwania wegetacji można również nawozić dolistnie. W stanowiskach ubogich należy wykonać dwa zabiegi: pierwszy w fazie wydłużania pędu głównego (BBCH 30–39) i drugi w fazie pąkowania (BBCH 50–59), natomiast w stanowiskach zasobnych tylko w fazie pąkowania. Jednokrotna dawka manganu wynosi 0,5–1 kg/ha w siarczanie lub 0,1–0,2 kg/ha w helacie (Grzebisz i wsp. 2005). Z nawozów dolistnych można zastosować ADOP Mn (Mn 15,3%) w dawce 1,5–2 l/ha w 300 l wody.

Molibden

Na glebach zakwaszonych molibden (Mo) jest silnie związany i praktycznie niedostępny dla roślin. Wraz ze wzrostem wartości pH gleby przyswajalność molibdenu zwiększa się i w glebach o uregulowanym odczynie niedobór tego składnika właściwie nie występuje.

Jak podają Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak (2007), licznie przeprowadzone doświadczenia wykazały, że przy wysokiej zasobności gleb w Mo i optymalnym ich odczynie nawożenie tym składnikiem nie przyniosło efektów plonotwórczych, natomiast na glebach o niskiej i średniej zasobności uzyskano istotne zwyżki plonów nasion. Najefektywniejsze nawożenie tym pierwiastkiem odnotowano w warunkach niskiego pH gleby. Nawożenie rzepaku molibdenem zalecane jest szczególnie na glebach zakwaszonych o niskiej zasobności w przyswajalny Mo (Sienkiewicz-Cholewa i Gembarzewski 2000). Zaleca się stosować po ruszeniu wegetacji do początku formowania łodyg nawożenie dolistnie 0,02% roztworem wodnym molibdenu amonu lub sodu w dawce 60 g Mo/ha. Na nawożenie tym składnikiem należy profilaktycznie zwrócić uwagę w gospodarstwach, w których nie stosuje się nawozów naturalnych.

Cynk

Prawie 90% gleb w kraju wykazuje wysoką i dostateczną dla roślin zasobność w cynk (Zn) (Dębowski i Kucharzewski 2000). Przeprowadzone w kraju doświadczenia polowe wykazały wysokie i średnie zawartości cynku w roślinach rzepaku, a nawożenie przedsiewne w dawce 8 kg Zn/ha w postaci soli technicznej siarczanu (VI) cynku nie dało efektów plonotwórczych (Sienkiewicz-Cholewa i Gembarzewski 2000). Dolistnie cynk można stosować w fazie wydłużania pędu głównego i pąkowania w dawce 600 g Zn/ha w postaci 0,5% roztworu siarczanu (VI) cynku.

Miedź

Miedź (Cu), obok boru, jest składnikiem najsilniej wyczerpywanym i występującym w zbyt małych ilościach w glebie. Niska zawartość miedzi cechuje 36% gleb w Polsce. Najmniej tego pierwiastka zawierają gleby lekkie, zasobniejsze są natomiast gleby cięższe. Wyniki doświadczeń ścisłych przeprowadzonych przez wielu autorów (Bobrzecka i Salamonik 1997; Sienkiewicz-Cholewa i Gembarzewski 1997) wykazały istotny wpływ nawożenia miedzią (w dawkach 8–10 kg/ha Cu) na wysokość uzyskiwanych plonów nasion. Zwyżki plonów nasion wynosiły od kilku do kilkunastu procent w stosunku do obiektu kontrolnego. W przypadku wystąpienia niedoborów miedzi najlepiej stosować doglebowo około 5 kg/ha Cu w formie metalu lub tlenku metalu. Zabieg taki wystarcza na pokrycie zapotrzebowania roślin na kilka lat (Faber 1992). Można również nawozić dolistnie w okresie pąkowania 2% roztworem wodnym siarczanu miedzi w dawce 250 g Cu/ha. Miedź powinna być stosowana bardzo ostrożnie, gdyż jest pierwiastkiem łatwo pobieranym przez rośliny.

NAWOZY NATURALNE I ORGANICZNE

Rośliny pokrywają swoje zapotrzebowanie również z nawozów naturalnych i organicznych, które są stosowane do gleby najczęściej w postaci słomy, obornika, gnojowicy, pomiotu ptasiego lub kompostu. Oprócz bezpośredniego działania nawozowego poprawiają one właściwości gleby, jej strukturę, a więc stosunki wodno-powietrzne, aktywizują życie mikrobiologiczne gleby, utrzymują stały poziom zawartości próchnicy w glebie i przyczyniają się do korzystnych przemian fizyko-chemicznych w glebie, stwarzając tym samym lepsze warunki do wzrostu i rozwoju roślin rzepaku. Stosując nawozy organiczne, należy pamiętać, by nie przekroczyć ilości równoważnej 170 kg N/ha.

Obornik

Największe znaczenie ma obornik, bowiem rzepak dobrze go wykorzystuje. W praktyce rzepak jest najczęściej uprawiany w trzecim roku po oborniku, gdyż stosowanie jego bezpośrednio pod rzepak jest utrudnione. Zalecany jest szczególnie na glebach lżejszych. W dawce 30 t/ha obornika wnosi się do gleby: 150 N kg/ha, 90 P_2O_5 kg/ha i 180 K_2O kg/ha. Fosfor i potas działają tak samo, jak nawozy mineralne i można je przeliczać równoważnikiem 1, natomiast dla azotu równoważnik wynosi 0,3 (150 × 0,3 = 45 kg składnika działającego). Rzeczywisty skład chemiczny obornika, a tym samym ilość wprowadzonych do gleby składników pokarmowych, może ulegać dużym zmianom, w zależności od rodzaju obornika (gatunku zwierząt i sposobu ich żywienia), stopnia rozłożenia i czasu przechowywania. Działanie nawozowe jest rozłożone w czasie. W pierwszym roku wykorzystane jest około 50% składników pokarmowych, w drugim 30%, a w trzecim pozostała część.

Gnojowica

Prawidłowo gromadzona gnojowica zawiera niewiele mniej składników mineralnych niż obornik (tab. 7). Jej skład, podobnie jak obornika, zależy od wielu czynników, głównie od gatunku zwierząt i sposobu ich żywienia, a także od stopnia rozcieńczenia wodą. W 1 t znajduje się przeciętnie 3–4 kg N, 2–3 kg P_2O_5 i 3–4 kg K_2O. Składniki zawarte w gnojowicy są łatwo pobierane przez korzenie, dlatego stosowanie jej pod rzepak pozwala na dostosowanie terminu nawożenia do potrzeb roślin. Stosunek C : N w gnojowicy (7–10 : 1) jest o połowę węższy niż w oborniku (20 : 1), a poza tym około 50% azotu w gnojowicy występuje w bezpośrednio przyswajalnej dla roślin formie amonowej, skutkiem czego rośliny lepiej wykorzystują azot z gnojowicy. Fosfor i potas można przeliczać równoważnikiem 1. Wartość równoważnika nawozowego azotu z gnojowicy stosowanej przedsiewnie wynosi 0,7. Dawki gnojowicy aplikowanej przedsiewnie (10–15 m^3/ha) nie powinny przekraczać 25% całkowitej dawki N pod rzepak.

Tabela 7. Zawartość składników pokarmowych w wybranych nawozach naturalnych (wg różnych źródeł)

Nawóz naturalny, kompost, słoma	Zawartość [kg/m³]				
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Obornik bydlęcy	4,7	2,8	6,5	4,3	1,5
Obornik świński	4,1	4,4	6,8	4,4	1,8
Obornik mieszany	5,0	3,0	6,1	2,9	1,7
Gnojowica bydlęca	3,4	2,0	3,7	2,1	0,8
Gnojowica świńska	4,3	3,3	2,3	2,5	0,8
Pomiot kurzy	16	15	8	24	7
Kompost z odpadów roślinnych	15	2–4	9–20	28–30	3–6
Słoma	5–7	2–3	15	5,0	1,4

Słoma

Jeśli decydujemy się na przyoranie słomy, to wymaga ona uprzednio dokładnego rozdrobnienia i wymieszania z glebą. Im więcej słomy, tym trudniej dokładnie ją wymieszać. Zatem najpierw należy wymieszać ją płytko (8–12 cm) z glebą, a potem dopiero wykonać orkę siewną. Na każdą tonę przyoranej słomy należy zastosować 8–9 kg azotu, ponieważ przyoranie słomy powoduje w glebie tzw. głód azotowy na skutek jego biologicznego wiązania.

RZEPAK JARY

Potrzeby nawozowe rzepaku jarego są co najmniej o 30% mniejsze niż ozimego, gdyż roślina ta wytwarza mniejszą masę wegetatywną i daje mniejszy plon nasion (Muśnicki 2003). Dawki stosowanych nawozów zależą od wielu czynników, głównie od przedplonu, odczynu i zasobności gleby oraz przewidywanego plonu nasion. Przy prognozowanym plonie około 2,5 t/ha, w stanowisku po zbożach i w zależności od zasobności gleby, zaleca się stosować 40–75 kg/ha P_2O_5 i 80–150 kg/ha K_2O oraz 90–140 kg N/ha. Należy pamiętać o innych składnikach, zwłaszcza o magnezie (20–40 kg/ha MgO) i siarce (20–25 kg S/ha). Zaleca się stosować takie same nawozy, jak pod rzepak ozimy. Podobnie dawki nawozów naturalnych (obornika i gnojowicy) są takie same jak pod formę ozimą.

Wielu autorów uważa, że dla formy jarej wystarczające są dawki azotu dochodzące do 120 kg N/ha. Prowadzone przez nich doświadczenia ścisłe wykazały, że reakcja rzepaku jarego na dawki azotu 70–150 kg N/ha zależy od wielu czynników, zwłaszcza warunków wilgotnościowych, przedplonu, zasobności w składniki

pokarmowe, a także od terminu stosowania nawozu (Budzyński i Ojczyk 1996; Kolnik i Zubal 1998; Toboła i Muśnicki 2000). Krytyczna faza wzrostu rzepaku (od pąkowania do dojrzewania) przypada na okres, w którym występują u nas częste susze (Bubniewicz 1993). Dostateczna ilość wody w tym czasie decyduje o efektywności zastosowanego nawożenia, a tym samym o powodzeniu uprawy tej rośliny (Dembiński 1983). Badania wskazują na wzrost plonu nasion oraz efektywne wykorzystanie azotu do poziomu 120–160 kg N/ha zarówno po zbożach, jak i w stanowiskach po strączkowych (Jasińska i wsp. 1997; Kozak 1999). Wiele wyników wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian rzepaku jarego na nawożenie azotem (Wójtowicz i Wielebski 1998; Toboła i Muśnicki 2000; Cheema i wsp. 2001; Malarz 2008).

4.3. Terminy nawożenia

RZEPAK OZIMY

Nawożenie nawozami naturalnymi

O terminie nawożenia decyduje z jednej strony konieczność dostarczenia roślinie uprawnej składników pokarmowych w fazie, w której wykazuje na nie największe zapotrzebowanie, a z drugiej – organizacyjne uwarunkowania realizacji tego zadania, szczególnie istotne przy stosowaniu obornika. Nawożenie obornikiem wskazane jest po zbożach, ale ponieważ obornik należy przyorać co najmniej 2–3 tygodnie przed siewem rzepaku, tylko po jęczmieniu ozimym wystarcza czasu na przeprowadzenie uprawy i odleżenie gleby. Z tego względu obornik na ogół stosowany jest pod inną roślinę w zmianowaniu. Bezpośrednio pod rzepak dobrze przegniły obornik można wywieźć na podorane pole lub ściernisko i przyorać orką odwrotką lub orką siewną (Budzyński 2010). O możliwości nawożenia tym nawozem decydują także warunki wilgotnościowe w okresie przygotowania pola pod siew. Letnie susze praktycznie nie pozwalają na zastosowanie obornika bezpośrednio pod rzepak. Niesprzyjające warunki wilgotnościowe nie ograniczają tak rygorystycznie stosowania innego nawozu naturalnego, jakim jest gnojowica, którą rozlewa się na podorane ściernisko i w celu ograniczenia strat azotu niezwłocznie przyoruje (Muśnicki 1999).

Nawożenie mineralne

Wapnowanie powszechnie przeprowadza się pod przedplon rzepaku. W przypadku konieczności wapnowania pod rzepak, co jest jednym ze sposobów ograniczania występowania kiły kapusty, nawóz należy równomiernie wysiać na polu i wymieszać z glebą przed uprawkami pożniwnymi przedplonu, a nie bezpośrednio przed orką siewną.

Nawożenie fosforem i potasem przeprowadza się najczęściej w całości przed siewem. Wysiew nawozów na ściernisko umożliwia dobre wymieszanie nawozów z warstwą orną, co korzystnie wpływa na pobieranie składników przez rośliny. Na glebach lekkich w obawie przed wymyciem potasu można nawozić tym składnikiem podczas przedsiewnego bronowania lub część dawki zastosować wiosną. Możliwość podziału nawożenia potasowego, a także fosforowego, potwierdzają wyniki badań produkcyjnych przeprowadzonych przez Jankowskiego i wsp. (2005).

Nawożenie azotem stosuje się przedsiewnie z nawożeniem fosforowym i potasowym oraz pogłównie. W przypadku wystąpienia objawów wskazujących na niedobory tego pierwiastka w fazie 4 liścia można zastosować nawozy szybko działające, w tym dolistne. Po dobrych przedplonach, takich jak: groch, lucerna, koniczyna i mieszanki zbożowo-bobowate, azot stosuje się tylko wiosną. Dawki większe – od 80–100 kg/ha N – zaleca się dzielić. Od 2019 r., zgodnie z programem azotanowym, pierwszą wiosenną dawkę można wysiać nie wcześniej niż 1 marca. W tym terminie zaleca się stosować 1/2–2/3 dawki całkowitej. Drugą dawkę (1/3–1/2 dawki całkowitej), aby była wykorzystana przez rzepak, należy zastosować około 2 tygodnie po pierwszej i nie później niż 4 tygodnie przed kwitnieniem. Jeśli wegetacja ruszy dużo wcześniej, jeszcze w lutym (rzepak wznawia wegetację już w temperaturze 2-3°C, a wykorzystuje azot glebowy po wznowieniu działalności drobnoustrojów, gdy temperatura przekroczy 8–9°C), wówczas może okazać się wskazane zastosowanie całej wiosennej dawki jednorazowo lub drugiej dawki w niewielkim odstępie czasu po dawce pierwszej. Taka metoda może mieć zastosowanie, gdy przewidujemy trudności z wjazdem na pole, które będą uniemożliwiały zastosowanie drugiej dawki w odpowiednim terminie. Dobrze prowadzony rzepak większość azotu powinien zakumulować do początku kwitnienia. Z tego powodu niewskazane jest stosowanie drugiej dawki po fazie zielonego pąka. Zastosowanie azotu w tym stadium rośliny obniża produktywność 1 kg N i stymuluje rozwój chwastów, co zwłaszcza na plantacjach rzadszych utrudnia dosychanie łanu. W warunkach niedoboru opadów, gdy przemieszczanie azotu do strefy korzeniowej jest utrudnione, korzystnie jest stosować azot dolistnie w formie roztworu mocznika. Od fazy rozety do kwitnienia przeprowadza się zazwyczaj 2–3 zabiegi. Stężenie wodnego roztworu mocznika do fazy zwartego zielonego pąka nie powinno przekroczyć 12%, natomiast w fazie żółtego pąka nie powinno być wyższe od 5–7%. Najczęściej najlepsze warunki do wykonania dokarmiania dolistnego występują wcześnie rano lub wieczorem, przy małym nasłonecznieniu i wyższej wilgotności powietrza.

Nawożenie siarką. Siarkę można stosować doglebowo przed siewem rzepaku w formie superfosfatu prostego, siarki elementarnej i gipsu (Grzebisz i wsp. 2005). Jankowski i wsp. (2008) oraz Wielebski (2012) wykazali pozytywny wpływ siarki stosowanej w tym terminie na zimowanie roślin. Według Budzyńskie-

go (2010) efektywniej można oddziaływać na tę cechę, stosując siarkę dolistnie w fazie 4–5 liści w postaci siarczanu magnezu. Niedobory siarki w wyniku jej wymywania w warunkach intensywnych opadów w okresie jesienno-zimowym oraz wolnej mineralizacji spowodowanej chłodnym początkiem wiosny, uzupełnia się wczesnowiosenną aplikacją. W tym terminie stosuje się siarczan potasu, kizeryt, sól gorzką lub siarczan amonu. W przypadku ostrych niedoborów siarkę można stosować kilkakrotnie do stadium kwitnienia. Grzebisz i wsp. (2005) zalecają stosowanie siarki przed wiosennym ruszeniem wegetacji, a Zhao i wsp. (2003) do fazy wydłużania pędu, najlepiej razem z azotem. Wielebski (2006) wykazał efektywność nawożenia siarką, gdy część lub całość dawki była stosowana nalistnie w czasie pąkowania. Nalistnie siarkę stosuje się w formie siedmiowodnego siarczanu magnezu, przeprowadzając 1–2 zabiegów opryskiwania.

Nawożenie magnezem. Magnez stosuje się jednocześnie z wapnowaniem gleb w postaci wapna magnezowego oraz wieloskładnikowych nawozów fosforowych i potasowych lub wiosną w postaci nawożenia dolistnego przed okresem największego zapotrzebowania na ten składnik (kwitnienie – dojrzewanie). Ponieważ magnez, podobnie jak wapń, jest dobrze sorbowany przez glebę, nie musi być stosowany corocznie. W przypadku niskiej zasobności gleb w magnez (na glebach lekkich poniżej 5 mg MgO w 100 g gleby, a na glebach średnich poniżej 6 mg MgO w 100 g gleby) konieczne jest nawożenie magnezem pod rzepak. W tym przypadku Grzebisz (2005) zaleca zastosować pod orkę siewną kizeryt, a Wałkowski i wsp. (2000) – siarczan magnezu lub mączki magnezytowe – tzw. Rolmagi. Dolistnie nawożenie magnezem korzystnie jest łączyć z zabiegami ochroniarskimi w stadium pąkowania. Do nawożenia dolistnego Grzebisz (2005) zaleca dwukrotną aplikację siarczanem magnezu od początków pąkowania do fazy żółtego pąka.

Nawożenie borem. Bor stosuje się przedsiewnie lub pogłównie. Przy silnych niedoborach tego pierwiastka korzystniej nawozić doglebowo, ponieważ nawożenie dolistne nie zbilansuje znacznych niedoborów i może być tylko traktowane jako nawożenie uzupełniające (Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak 2007). Ponieważ bor słabo przemieszcza się w roślinie, nawożenie tym składnikiem w okresie wiosennej wegetacji korzystnie jest rozłożyć w czasie. Pierwszy zabieg dolistny należy wykonać w fazie rozety, gdy rośliny odbudują aparat asymilacyjny, a drugi w fazie pąkowania. O ile to możliwe, w okresie wiosennej wegetacji nawożenie borem można przeprowadzić nawet trzykrotnie.

Nawożenie manganem. W warunkach znacznego niedoboru zaleca się nawożenie doglebowe. Jeżeli pH gleby jest wysokie, mangan lepiej stosować w postaci nawozów dolistnych. Grzebisz (1999) zaleca nawożenie dolistne na glebach przewapnowanych, gdy pH > 6,5. W zależności od poziomu niedoboru tego składnika można

stosować dwa zabiegi w fazie wydłużania pędu głównego i pąkowania lub jeden zabieg w fazie pąkowania (Grzebisz 2005). Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak (2007) do dolistnego nawożenia zalecają siarczan manganu po ruszeniu wegetacji lub w fazie tworzenia łuszczyn. Według tych autorek efektywne jest także nawożenie nawozem ADOB Mn, od fazy początku wzrostu do fazy luźnego pąka.

Nawożenie molibdenem. W glebach o uregulowanym odczynie nie obserwuje się niedoborów tego pierwiastka i nie zachodzi potrzeba nawożenia tym składnikiem. Na glebach zakwaszonych molibden zaleca się stosować dolistnie po ruszeniu wegetacji do początku formowania łodyg.

Nawożenie cynkiem. Cynk stosuje się przedsiewnie lub pogłównie. Przy wysokim pH gleby, podobnie jak w przypadku boru, efektywniejsze jest nawożenie dolistne, które przeprowadza się w fazie wydłużania pędu głównego i pąkowania.

Nawożenie miedzią. Niedobory miedzi najskuteczniej likwiduje przedsiewne nawożenie tym składnikiem. Sienkiewicz-Cholewa i Stanisławska-Glubiak (2007) do nawożenia doglebowego zalecają sól techniczną. W przypadku stwierdzenia niedoborów w roślinie zalecane jest nawożenie dolistnie w okresie pąkowania 2-procentowym roztworem wodnym siarczanu miedzi.

Nawożenie żelazem. Niedobory żelaza w roślinie skutecznie likwiduje dolistne nawożenie od wiosennego ruszenia wegetacji do fazy zielonego pąka.

RZEPAK JARY

Nawożenie nawozami naturalnymi

Obornik najczęściej stosuje się w zmianowaniu pod rośliny najsilniej reagujące, np. okopowe (Wałkowski i wsp. 2006). Po przedplonach zbożowych odległych od nawożenia obornikiem o 4 lata, zwłaszcza na glebach lekkich, korzystnie jest nawozić bezpośrednio pod rzepak. Wtedy obornik przyoruje się podorywką lub orką przedzimową. Gnojowicę rozlewa się i natychmiast miesza z glebą w marcu lub kwietniu przed siewem rzepaku.

Nawożenie mineralne

Wapnowanie. Zabieg ten należy przeprowadzać regularnie w zmianowaniu. Na glebach kwaśnych powinno się nawozić pod przedplon lub bezpośrednio pod rzepak. Stosując wapno bezpośrednio pod rzepak, wywozi się je po zbiorze przedplonu na ścierń lub przed orką przedzimową.

Nawożenie fosforem i potasem. Na glebach cięższych nawozy fosforowo-potasowe wysiewa się w całości jesienią pod orkę przedzimową. Na glebach lżejszych 2/3 dawki nawozów fosforowych stosuje się przed orką przedzimową, a pozostałą część wraz z nawozami potasowymi wiosną przed bronowaniem. Zalecenia wiosennej aplikacji nawozów potasowych na glebach lżejszych wynikają z podatności na wymywanie jonów potasu w warunkach intensywnych opadów w głąb profilu glebowego. W warunkach bardzo dużych niedoborów Wałkowski (2006) zaleca dokarmianie rzepaku fosforem w postaci kwasu ortofosforowego powstającego z rozkładu superfosfatu i potasem w formie siarczanu potasu lub wodnych roztworów gotowych nawozów dolistnych. Autor ten zaleca 2–3-krotne nawożenie dolistne od fazy 6–8 liści do fazy zwartego, zielonego pąka i na zieloną łuszczynę.

Nawożenie azotem. Azot stosuje się w całości przedsiewnie lub dzieli się na dawkę przedsiewną i pogłówną w stosunku od 2/3 do 1/3 (Budzyński 2010). Pogłównie nawozi się od wyrzędowania roślin do początków pąkowania. Podział dawki ogranicza niebezpieczeństwo wymywania azotu zwłaszcza na glebach lżejszych. Z kolei w lata suche korzystniej jest wysiać całą dawkę przedsiewnie, ponieważ woda dostępna z zapasów zimowych umożliwia efektywne wykorzystanie tego składnika. Pogłówne nawożenie można zastąpić nawożeniem dolistnym. W tym przypadku azot można zastosować w postaci 5–10-procentowego roztworu wodnego mocznika. Nawożenie dolistne azotem korzystnie jest łączyć z nawozami mikroelementowymi i zabiegami ochrony roślin.

Nawożenie siarką. Siarkę stosuje się doglebowo i dolistnie. Powszechnym wariantem doglebowego nawożenia jest wysiewanie części dawki azotu w postaci siarczanu amonu, co pokrywa na ogół zapotrzebowanie rzepaku jarego na ten składnik. W przypadku wystąpienia niedoborów siarkę można stosować dolistnie najlepiej w formie siarczanu magnezu lub cynku (Krauze i Bowszys 2000).

Nawożenie magnezem. Magnez stosuje się doglebowo jednocześnie z wapnowaniem gleb lub z wieloskładnikowymi nawozami fosforowymi i potasowymi oraz dolistnie w fazie rozwiniętych rozet zakrywających międzyrzędzia. Na glebach o małej zawartości przyswajalnego magnezu Wałkowski (2006) zaleca zastosowanie 1/3–1/2 dawki wapna w formie wapna magnezowego. Do dokarmiania dolistnego zalecany jest 5-procentowy wodny roztwór siedmiowodnego siarczanu magnezowego.

Nawożenie mikroelementami

Mikroelementy nawozi się doglebowo lub dolistnie. Doglebowe nawożenie stosuje się raz na kilka lat w zmianowaniu, w postaci nawozów wieloskładnikowych. Dolistnie mikroelementy aplikuje się 2–3-krotnie w czasie wegetacji od fazy

6–8 liści do fazy zwartego, zielonego pąka oraz po kwitnieniu na zieloną łuszczynę (Wałkowski i wsp. 2006).

4.4. Skutki błędów nawozowych

Niezbilansowane nawożenie, nadmierne lub niewystarczające w stosunku do potrzeb oddziałuje niekorzystnie na rozwój i plonowanie rzepaku. Błędy popełnione w trakcie nawożenia skutkują również pogorszeniem jakości plonu.

Nawożenie nawozami naturalnymi

Zastosowanie pod rzepak świeżego i słomiastego obornika opóźnia osiadanie gleby i sprzyja rozwojowi bakterii glebowych, które przyczyniają się do unieruchomienia azotu w oborniku i innych związków azotu w glebie. W takich warunkach rzepak rozwija się zbyt wolno i zimą łatwo wymarza.

Nawożenie mineralne

Wapń. Niedopuszczalnym zaniedbaniem jest nieuregulowanie odczynu gleby, który kształtuje fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby oraz decyduje o dostępności innych składników pokarmowych. Nieodpowiednie pH gleby odpowiedzialne jest za obniżoną dostępność azotu, fosforu, potasu, wapnia, magnezu oraz większości mikroelementów (tab. 8). W glebie kwaśnej w miejsce kationów magnezu (Mg^{2+}) pojawia się wodór (H^{+}) i glin (Al^{3+}), które działają toksycznie na roślinę. Niedobór wapnia ogranicza zarówno rozwój systemu korzeniowego, jak i części nadziemnych. Rośliny niedostatecznie zaopatrzone w wapń krótko kwitną i wytwarzają mniejszą liczbę łuszczyn. Objawem silnych niedoborów tego składnika jest zwisanie wierzchołków oraz obumieranie i opadanie całych kwiatostanów.

Fosfor. Rzepak uprawiany na glebie o niskiej zasobności w fosfor rozwija się wolniej, gorzej zimuje i słabiej regeneruje uszkodzenia zimowe. Niedostatecznie zaopatrzone rośliny później kwitną i dojrzewają oraz wykształcają mniej dorodne nasiona o niższej zawartości białka i fityny (Budzyński 2010). Niedobór fosforu skutkuje również mniejszą efektywnością nawożenia azotem, co istotnie wpływa na wysokość plonowania i opłacalność uprawy. Objawami niedoboru tego składnika są brudnozielone zabarwienia starszych liści, które stopniowo żółkną, czerwienieją od brzegu i częściowo lub całkowicie obumierają. Nadmierne nawożenie fosforem utrudnia pobieranie żelaza, cynku i miedzi (Muśnicki 1999).

Potas. Niedobór potasu uniemożliwia prowadzenie racjonalnej gospodarki wodą. Rośliny tracą zdolność zatrzymywania wody, co w konsekwencji zwiększa ich

Tabela 8. Dostępność składników mineralnych dla roślin rzepaku w zależności od odczynu gleby

Gleby	Odczyn pH		
	<6	**6–7**	**>7**
Gliniasto-piaszczyste	azot	azot	azot
	fosfor	magnez	magnez
	potas	mangan	mangan
	wapń	bor	bor
	magnez	miedź	miedź
	molibden	–	żelazo
	miedź	–	–
Gliny średnie	fosfor	bor	bor
	potas	mangan	mangan
	molibden	–	miedź
	–	–	żelazo
Gliny ciężkie	fosfor	mangan	mangan
	potas	bor	bor
	molibden	–	–
Organiczne	magnez	magnez	magnez
	–	miedź	miedź

Źródło: Grzebisz i wsp. (2005)

wrażliwość na czynniki stresowe. Niska koncentracja jonów potasu w soku komórkowym skutkuje większą wrażliwością rzepaku na susze i przymrozki. Rośliny niedostatecznie zaopatrzone w ten składnik łatwiej wylegają, wolniej dojrzewają oraz są podatniejsze na czynniki chorobotwórcze, a nasiona charakteryzują się mniejszą zawartością białka i tłuszczu. W warunkach niedoboru potasu rzepak gorzej wykorzystuje azot, co skutkuje niższym plonem i mniejszą opłacalnością uprawy. Niedobór potasu obserwowany jest najpierw na liściach starszych. Liście żółkną i brunatnieją od krawędzi, a następnie odpadają. Młode liście rosną wolniej, są pofałdowane, niebieskozielone, z białawymi plamami. Niekorzystne jest także zbyt intensywne nawożenie tym składnikiem. Nadmierne przyswajanie potasu w warunkach intensywnego nawożenia może przyczynić się do ograniczenia pobierania kationów Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, co według Bendeckiej (1996) skutkuje pogorszeniem jakości zbieranego plonu.

Azot. Bardzo groźne są skutki błędów wynikających z nieprawidłowego nawożenia azotem. Przenawożenie rzepaku ozimego azotem jesienią przyczynia się do

nadmiernego wyniesienia pąka wierzchołkowego przed zimą, czego następstwem są przemarznięcia i straty roślin. Im wyższe umiejscowienie pąka wierzchołkowego nad powierzchnią ziemi, tym niebezpieczeństwo przemarznięcia większe, ponieważ warstwa śniegu, aby ochronić roślinę przed oddziaływaniem niskich temperatur, musi być grubsza (Dembiński 1975). W przypadku silnych przemarznięć plantację trzeba zaorać. Niekorzystne jest także niedostateczne zaopatrzenie roślin w azot w czasie jesiennego rozwoju. Niedobór azotu w tym terminie przyczynia się do wolniejszego rozwoju rozet i tym samym gorszego przygotowania rzepaku do zimy. Skutkiem niezaspokojenia roślin jesienią w ten składnik pokarmowy jest także słabsze wytwarzanie zawiązków organów generatywnych. Rośliny niedostatecznie nawiezione azotem odznaczają się mniejszą liczbą zawiązanych łuszczyn oraz nasion i w konsekwencji niższym plonem. Na plantacjach bardzo słabo rozwiniętych jesienią wytwarzanie zawiązków organów generatywnych opóźnia się do wznowienia wegetacji na wiosnę, co jest szczególnie niekorzystne w przypadku przedłużającej się zimy i chłodnego początku wiosny. Widocznym symptomem niedostatecznego zaopatrzenia roślin w azot jesienią jest antocyjanowe zabarwienie rzepaku. Rośliny są drobne, słabo rozwinięte. Skutkiem błędów popełnionych w czasie wiosennego nawożenia jest istotna obniżka plonu. Niedotrzymanie terminu nawożenia i niedostosowanie do potrzeb rzepaku poziomu wiosennej aplikacji uniemożliwia pełne wykorzystanie jego potencjału plonotwórczego. Rośliny niedożywione azotem w tym terminie są niskie i słabo rozgałęzione. Kwitną mniej obficie i krócej. Słaby rozwój roślin ogranicza konkurencyjność rzepaku w stosunku do chwastów oraz skutkuje mniejszą odpornością na abiotyczne i biotyczne czynniki stresowe. Widocznym objawem niedoboru azotu jest kolor liści. Młode liście są jasnozielone, a starsze żółkną i opadają.

Siarka. Rzepak ozimy niedostatecznie nawieziony siarką gorzej zimuje. W warunkach niedoboru tego składnika pokarmowego rośliny są bardziej wrażliwe na oddziaływanie czynników chorobotwórczych i słabiej wykorzystują azot, co pogarsza ich rozwój i znajduje odzwierciedlenie w poziomie plonowania. Objawy niedoboru siarki najczęściej obserwuje się, gdy wiosna jest chłodna i deszczowa. Przy niewielkim niedoborze tego składnika pokarmowego młodsze liście żółkną (fot. 1). Zielone pozostają tylko nerwy liściowe. Symptomem przedłużającego się niedoboru siarki jest przebarwienie liści na czerwono oraz ich łyżeczkowaty kształt. Kwiaty są bladożółte (fot. 2), a łuszczyny krótkie i zniekształcone (Grzebisz i wsp. 2005). Niekorzystne jest także przenawożenie siarką. Nadmiar siarki może ograniczyć przyswajanie miedzi, molibdenu lub selenu (Blake-Kalff i wsp. 2003). Ponadto nawożenie siarką przyczynia się do wzrostu zawartości glukozynolanów (Wielebski 1997; Szymanowski 2005; Jankowski 2007), zwłaszcza bardziej szkodliwych glukozynolanów alkenowych (Fismes i wsp. 2000; Barczak 2010; Wielebski 2011).

Fot. 1. Objawy niedoboru siarki na liściach rzepaku (liście mozaikowato żółkną, na brzegach czerwienieją i przyjmują kształt łyżeczkowaty) (fot. M. Wójtowicz)

Magnez. Niedobór magnezu obserwowany jest najczęściej na glebach zakwaszonych. Stosowanie wyłącznie nawozów wapniowych niezawierających magnezu zwiększa prawdopodobieństwo występowania niedoborów tego pierwiastka. Rośliny niedostatecznie zaopatrzone w magnez słabiej kwitną i wytwarzają mniej nasion. W warunkach niedoboru magnezu ograniczona jest efektywność nawożenia najbardziej plonotwórczego składnika jakim jest azot. Niedostateczne zaopatrzenie roślin w magnez może wywołać także przenawożenie wapniem i potasem, ponieważ występujące w nadmiarze zarówno jony wapnia jak i potasu utrudniają pobranie tego składnika. W warunkach niskich temperatur magnez nie jest pobierany, dlatego charakterystyczne objawy jego niedoboru – zaczerwienienie liści i przejaśnienia pomiędzy nerwami liściowymi, obserwowane są najczęściej późną jesienią i wczesną wiosną. Objawy niedoboru magnezu uwidaczniają się początkowo na liściach starszych. Przy silnych niedoborach liście przebarwiają się na żółto, a następnie na brunatno-czerwono. Jasnozielone pozostają tylko nerwy główne. Z czasem objawy niedoboru pojawiają się na młodszych liściach (Bendecka 1996).

Bor. Na glebach alkalicznych lub silnie zwapnowanych bor jest źle przyswajany. Dostępność tego składnika ogranicza również niedobór opadów (Szukalski

Fot. 2. Objawy niedoboru siarki na kwiatach rzepaku (kwiaty bladożółte) (fot. M. Wójtowicz)

1979). Rzepak silnie reaguje na niezaspokojenie potrzeb pokarmowych w stosunku do boru. Rośliny rzepaku niedostatecznie zaopatrzone w ten składnik charakteryzuje niedorozwój systemu korzeniowego oraz wolna regeneracja i odbudowa organów asymilacyjnych po zimie. Pierwsze objawy niedoboru boru uwidaczniają się na młodych liściach, które są pofałdowane, z podwiniętymi ku dołowi brzegami zabarwionymi na kolor czerwono-fioletowy. Objawem silnych niedoborów tego pierwiastka jest obumieranie stożków wzrostu, zamieranie pąków kwiatowych, słabe kwitnienie, opadanie kwiatów oraz mała liczba zawiązanych łuszczyn i nasion. W konsekwencji rośliny niedożywione borem nisko plonują. W skrajnych przypadkach redukcja plonu spowodowana niedoborami boru może skutkować obniżeniem plonu nasion nawet o 80% (Bendecka 1996).

Mangan. Na glebach zasadowych można oczekiwać także niedoborów manganu. Mangan jest niedostępny dla roślin przy pH > 6. Niedobór tego pierwiastka skutkuje pogorszeniem mrozoodporności rzepaku. Rośliny niedostatecznie zaopatrzone w mangan charakteryzuje także mniejsza liczba łuszczyn oraz niższa zawartość tłuszczu w nasionach. Symptomem niedoboru tego składnika jest mozaikowata chloroza między nerwami blaszek liściowych (Bendecka 1996).

Molibden. Niska zasobność w wapń przyczynia się do wystąpienia niedoborów molibdenu. Objawem niedoboru molibdenu jest deformacja liści. Blaszki liściowe wyginają się łyżeczkowato, a nerwy główne bieleją.

Cynk. Wysokie pH gleby ogranicza także przyswajanie cynku. Jego niedobór hamuje wzrost roślin. Objawem niedoboru tego pierwiastka, podobnie jak niedoboru manganu, jest chloroza liści.

Miedź. Niedobór miedzi objawia się zniekształceniem najmłodszych liści oraz obumieraniem części roślin – najczęściej pąków kwiatowych na wierzchołku rośliny.

Żelazo. Na glebach zasadowych mogą wystąpić także objawy niedoboru żelaza w postaci żółknięcia blaszek liściowych. Zielone pozostają tylko nerwy liściowe.

5. ROLA HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE I PRODUKCJI RZEPAKU

Rola hodowli w integrowanej ochronie i produkcji każdej rośliny uprawnej wiąże się z postępem biologicznym, będącym jednym z elementów postępu rolniczego, który jest siłą napędową rozwoju rolnictwa, intensyfikacji produkcji rolniczej, a jednocześnie ma charakter ekologiczny.

Odmiany roślin uprawnych ulepszone pod względem cech jakościowych, jak i pod względem produktywności, tworzą postęp biologiczny w rolnictwie. Nowe odmiany w produkcji rolniczej mają największe znaczenie w rozwiązywaniu wielu problemów i są najbardziej ekologicznym środkiem produkcji. Uważa się, że obecnie dla zapewnienia produkcji roślinnej na odpowiednim poziomie największe znaczenie ma postęp biologiczny, który przekłada się na postęp w hodowli.

Hodowla odmian odpornych/tolerancyjnych jest najbardziej ekologicznym rozwiązaniem problemu strat plonu powodowanych przez patogeny chorobotwórcze. Proces hodowli odmian odpornych jest długotrwały i ciągły, ponieważ często dochodzi do przełamania odporności przez patogen. Wykorzystanie w uprawie odmian genetycznie odpornych lub tolerancyjnych na patogeny nie tylko chroni środowisko przed nadmiernym stosowaniem związków chemicznych, ale także obniża koszty produkcji rolniczej.

W przypadku rzepaku (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) problem ochrony przed chorobami jest złożony ze względu na dużą powierzchnię uprawy i duże potrzeby produkcyjne, co wiąże się z krótkim cyklem zmianowania, zwłaszcza w krajach europejskich, a to z kolei przyczynia się do namnażania patogenów. Ponadto rzepak porażany jest przez kilka patogenów o różnym cyklu rozwojowym. Z tego względu chemiczne środki ochrony muszą być stosowane na pola uprawne wielokrotnie, w momencie dostosowanym do biologii danego patogenu. Powoduje to wysokie koszty ochrony uprawy rzepaku i konieczność wprowadzenia do środowiska dużej ilości fungicydów. Ponadto biologia rozwoju niektórych patogenów powoduje, że ochrona chemiczna jest mało skuteczna, jak w przypadku *Plasmodiophora brassicae* i *Verticilium longisporum*. W związku z tym zaleca się fitosanitarną profilaktykę agrotechniczną oraz hodowlę odmian odpornych. Ma ona znaczenie podstawowe zwłaszcza dla rozwoju integrowanej ochrony i produkcji rzepaku. W ciągu ostatnich 15 lat zaobserwowano stagnację wzrostu plonowania tej rośliny. Jedną z istotnych przyczyn są choroby i szkodniki, które stały się głównym czynnikiem limitującym produktywność rzepaku. Ponadto znaczącemu wzrostowi powierzchni uprawy towarzyszy pojawianie się nowych patogenów lub nowych patotypów występujących patogenów. Obecnie znanych jest 16 patogenów (grzyby, fitoplazmy, wirusy), które

wpływają na poziom plonowania rzepaku. W ostatnich latach badania i hodowla odmian odpornych na patogeny chorobotwórcze stały się jednym z najważniejszych zadań mających na celu poprawienie plenności rzepaku. Wyniki badań rejestrowych i porejestrowych COBORU (2019) oraz ranking odmian wydany przez Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju (2019) pokazują, że odmiany charakteryzujące się odpornością lub tolerancją na niektóre choroby (zgnilizna twardzikowa, sucha zgnilizna kapustnych, choroby podstawy łodyg, czerń kapustnych, kiła kapusty) plonują znacznie lepiej niż odmiany wykazujące słabą odporność lub brak odporności.

Dzięki poznaniu wzajemnych relacji „roślina – gospodarz – patogen", identyfikacji genów odporności, określeniu sposobów determinacji genetycznej tej cechy oraz zastosowaniu w badaniach nowoczesnych metod biotechnologii i biologii molekularnej możliwy jest postęp w hodowli odmian odpornych.

Straty plonu powodowane przez różne choroby rzepaku ocenia się na 5–20%, ale w skrajnych przypadkach mogą one dochodzić do 50%, a nawet spowodować całkowitą utratę plonu. Jednakże ciągła praca hodowlana w kierunku zwiększenia odporności odmian rzepaku, w wyniku kumulacji odporności poligenicznej oraz rasowo-specyficznej, umożliwia kontrolę chorób przez wprowadzenie do uprawy odmian odpornych lub tolerancyjnych, co pozwala ograniczyć stosowanie środków chemicznych. Ze względu na konieczność realizacji programu integrowanej ochrony i produkcji rzepaku oraz rozwijającą się ekologiczną uprawę roślin, prace mające na celu wyhodowanie odmian odpornych dotyczą wszystkich patogenów, bez względu na wielkość strat powodowanych przez choroby, które wywołują.

Największe straty w uprawach rzepaku powodują takie choroby, jak:

- sucha zgnilizna kapustnych – *Leptosphaeria maculans/L. biglobosa,* stadium konidialne: *Phoma lingam*;
- kiła kapusty – *Plasmodiophora brassicae*;
- zgnilizna twardzikowa – *Sclerotinia sclerotiorum*;
- czerń krzyżowych – *Lewia* spp., stadium konidialne: *Alternaria* spp.;
- szara pleśń – *Botryotinia fuckeliana*, stadium konidialne: *Botrytis cinerea*;
- zgorzel siewek – *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*;
- mączniak rzekomy – *Hyaloperenospora parasitica.*

Rzadziej występują takie choroby, jak:

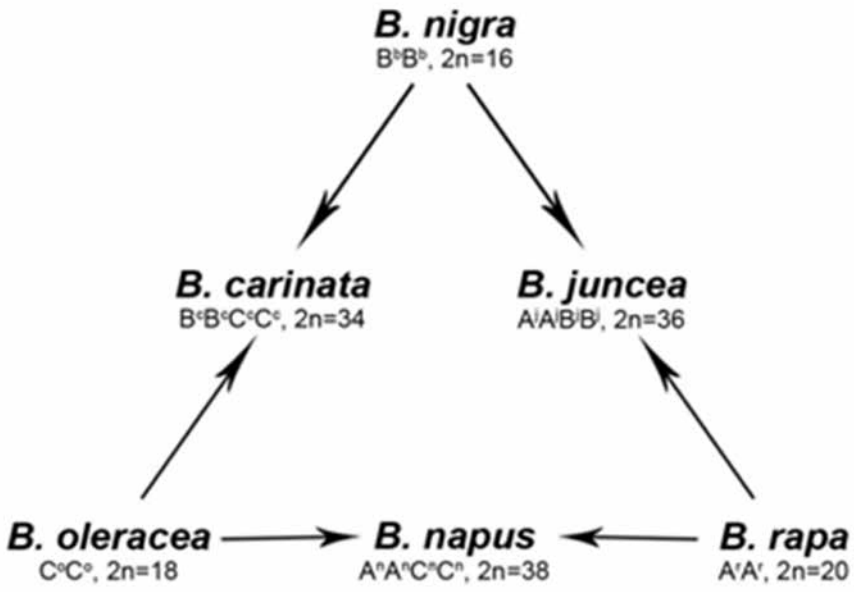
- mączniak prawdziwy – *Erysiphe cruciferarum*;
- werticilioza – *Verticillium longisporum* i *V. dahliae*;
- fuzarioza – *Fusarium* spp.;
- cylindrosporioza – *Pyrenopeziza brassicae*; stadium konidialne: *Cylindrosporium concentricum*;
- żółtaczka rzepy – wywoływana przez wirus żółtaczki rzepy TuYV (ang. *Turnip Yellows Virus*).

Aby rozpocząć efektywną hodowlę odpornościową, należy najpierw wyodrębnić źródła odporności, wyznaczyć wzorce podatności i odporności na dany patogen oraz poznać zarówno genom sprawcy choroby, jak i gospodarza. Pomocne jest także wytworzenie populacji mapującej w celu określenia w genomie gospodarza regionów zawierających geny odporności na daną chorobę, co z kolei pozwoli na opracowanie markera genetycznego danego genu lub grupy genów zlokalizowanych w jednej grupie sprzężeń.

W hodowli rzepaku stosowane są następujące metody poszukiwania źródeł odporności:

- selekcja odmian, linii hodowlanych wykazujących całkowitą lub częściową odporność;
- poszukiwanie źródeł odporności w gatunkach pokrewnych.

Poszukiwanie źródeł odporności w gatunkach pokrewnych jest bardzo ważnym elementem, ponieważ rzepak, który jest amfidiploidem powstałym ze skrzyżowania *Brassica oleracea* (genom CC) z *Brassica rapa* (genom AA), wskutek presji selekcyjnej w kierunku hodowli odmian podwójnie ulepszonych (typu canola) charakteryzuje się małą zmiennością. Znacznie większą zmiennością charakteryzują się natomiast spokrewnione z rzepakiem inne gatunki rodzaju *Brassica*, tym bardziej, że mają własne subgenomy (rys. 1) (U 1935; Wolko 2012). Stąd właśnie w tych gatunkach poszukuje się źródeł odporności na różne patogeny.



Rys. 1. Zależności genetyczne w obrębie rodzaju *Brassica*

Jedną z metod służących do uzyskania rzepaku odpornego na daną chorobę, wykorzystując jako źródło odporności gatunek pokrewny, jest resynteza rzepaku z gatunków podstawowych. Jednak linie resyntetyczne (RS) nie mogą być bezpośrednio włączone do programów hodowli, ponieważ przedstawiciele gatunków pokrewnych zazwyczaj charakteryzują się niską plennością oraz gorszą wartością użytkową ze względu na wysoką zawartość glukozynolanów w nasionach i obecność kwasu erukowego w oleju (obecnie rejestrowane są tylko odmiany typu canola, bezerukowe i niskoglukozynolanowe). Dlatego linie RS najpierw muszą być krzyżowane wstecznie z wartościowymi gospodarczo odmianami lub liniami hodowlanymi. Inną możliwością jest wprowadzanie do genomu rzepaku źródeł odporności z gatunków pokrewnych przez tworzenie półsyntetycznych form rzepaku, czyli krzyżowanie rzepaku z wybranymi formami kapusty lub rzepiku. Metody te są bardzo efektywne, ale proces dochodzenia do uzyskania wartościowej odmiany z odpornością wprowadzoną z gatunków pokrewnych jest bardzo długi i wymaga zaangażowania wielu technik biotechnologicznych. Niemniej wraz z ich rozwojem linie resyntetyczne i półsyntetyczne są coraz częściej wykorzystywane w programach hodowli odpornościowej.

Kiła kapusty

Rola hodowli w integrowanej ochronie roślin jest szczególnie ważna wtedy, gdy metody chemiczne są całkiem nieskuteczne lub umożliwiają walkę z patogenem w bardzo ograniczonym zakresie. Przykładem może być zwalczanie kiły kapusty – jednej z najgroźniejszych chorób porażających wszystkie gatunki uprawne rodzaju *Brassica*. Powodowana jest przez żyjący w glebie patogen – pierwotniak *Plasmodiophora brassicae* Wor. (Dixon 2009). Wszystkie gatunki należące do rodziny Brassicaceae, włączając gatunki uprawne, dzikie, a także *A. thaliana,* są podatne na infekcję *P. brassicae*. Choroba jest najbardziej rozpowszechniona na obszarach intensywnej uprawy gatunków rodzaju *Brassica*, szczególnie na obszarach o klimacie umiarkowanym, łagodnym i wilgotnym (Dixon 2009). Epidemia rozprzestrzenia się szybko, wraz z rosnącym znaczeniem i powszechnym wykorzystaniem roślin uprawnych rodzaju *Brassica* m.in. w przemyśle spożywczym, technologii produkcji biopaliw i plastików. Obecnie kiła kapusty występuje na całym świecie, wszędzie tam, gdzie uprawiane są gatunki z rodzaju *Brassica*. Stanowi główną przyczynę ogółu strat (włączając podwójnie ulepszony rzepak oleisty oraz g atunki warzywne) spowodowanych chorobami w światowej hodowli tych gatunków (Hirani i Genyi 2015). Skala i przejawy porażenia wzrastają wraz z intensywną uprawą. W przypadku rzepaku kiła kapusty może powodować do 100% strat plonu na ciężko zainfekowanych polach odmian podatnych (Strelkov i wsp. 2007). W Polsce kiła kapusty staje się coraz poważniejszym problemem współczesnej hodowli rzepaku, prowadzone są intensywne badania porażenia (Jędryczka i wsp. 2014), a także patotypów atakujących uprawy (Korbas i wsp. 2009; Řičařová i wsp. 2016).

Infekcja patogenem powoduje tworzenie charakterystycznych guzów na korzeniu zaatakowanej rośliny. W wyniku tego zostaje zahamowane pobieranie wody przez zainfekowane korzenie, a w konsekwencji zatrzymanie wzrostu i rozwoju części nadziemnych rośliny, które przebarwiają się, więdną, a w końcu usychają W rezultacie następuje spadek jakości plonu, powodując znaczne straty (Piao i wsp. 2009; Rolfe i wsp. 2016).

Cykl życiowy *P. brassicae* obejmuje trzy fazy: spoczynek w glebie oraz dwie fazy infekcji (Gravot i wsp. 2016). Pierwsza faza infekcji rozpoczyna się wraz z kiełkowaniem spor znajdujących się w stanie spoczynku w glebie, z których uwalniają się dwuwiciowe zoospory pierwotne atakujące włośniki korzeniowe – powstaje plazmodium pierwotne (Rolfe i wsp. 2016). Rozszczepia się ono wytwarzając zoospory wtórne, które są uwalniane do gleby. Faza pierwsza infekcji trwa kilka dni i przebiega bezobjawowo (Gravot i wsp. 2016). Wraz z uwolnieniem zoospor wtórnych rozpoczyna się infekcja wtórna, polegająca na penetracji epidermy i zaatakowaniu tkanki korowej korzenia głównego przez zoospory. Infekcja wtórna powoduje wytworzenie plazmodiów wtórnych, które wywołują hipertrofię oraz hiperplazję zainfekowanych komórek gospodarza, prowadząc ostatecznie do narastania deformacji w formie guzów, charakterystycznych dla kiły kapusty. Plazmodia wtórne rozszczepiają się z wytworzeniem spor przetrwalnikowych, które po rozłożeniu się guzów, są ostatecznie uwalniane z powrotem do gleby, gdzie mogą przebywać w stanie spoczynku do 20 lat (Rolfe i wsp. 2016). Infekcji towarzyszą zmiany w procesach fizjologicznych i biochemicznych zaatakowanych roślin podatnych na infekcję *P. brassicae*. Zmienia się stężenie hormonów wzrostu, a szczególnie cytokinin i auksyn, a także brassinosteroidów – niedawno wykrytych hormonów roślinnych odpowiedzialnych za podziały komórkowe (Schuller i wsp. 2014). Następuje stymulacja wzrostu i proliferacji komórek gospodarza, co przy jednoczesnej utracie zdolności różnicowania prowadzi do formowania guzów, a gromadzące się w nich metabolity stanowią źródło węglowodanów i aminokwasów dla patogenu (Ludwig-Müller 2014). Badania *A. thaliana* wykazały, że tworzenie guzów w wyniku infekcji *P. brassicae* stanowi efekt przeprogramowania komórek kambium gospodarza, przy czym bez zmian przebiega proces tworzenia floemu, w związku z tym nie ma zakłóceń transportu produktów fotosyntezy z liści do całej rośliny, w tym korzenia, gdzie rozwijał się patogen. Następuje natomiast wyraźna redukcja tworzenia ksylemu, co prowadzi do zablokowania transportu wody z solami mineralnymi z korzenia do całej rośliny, powodując jej stopniowe usychanie (Malinowski i wsp. 2012). U roślin częściowo odpornych na kiłę kapusty, wykazujących odporność poligeniczną, obserwowano – w porównaniu z roślinami podatnymi na chorobę – ograniczenie wzrostu i proliferacji komórek gospodarza po infekcji patogenem, co zapobiega powstawaniu guzów na korzeniu. Tym samym zachowywany jest swobodny transport wody z korzenia do rośliny (Jubault i wsp. 2013).

Według obecnego stanu wiedzy, *Plasmodiophora brassicae*, pasożyt bezwzględny zaliczany wcześniej do królestwa grzybów, na podstawie filogenezy molekularnej przyporządkowany został do królestwa Protista, podgrupy Rhizaria (Rolfe i wsp. 2016). Patogen wykazuje dużą zmienność biologiczną, a jego populacje zwykle zawierają mieszaninę różnych patotypów. Ich stopień przeżywalności zależy od właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby (Hirani i Genyi 2015). W Europie izolaty *P. brassicae* pobrane z pola wykazują dużą zmienność, a także charakteryzują się tendencją do przełamywania odporności pochodzącej zarówno z *B. rapa*, jak i *B. oleracea* (Hirani i Genyi 2015), stąd duża liczba patotypów. Poszukiwane są wciąż nowe źródła odporności wśród gatunków pokrewnych do *B. napus*, które będą wykorzystywane do resyntezy rzepaku (Xiaoping Fang i wsp. 2019). Formy te są źródłem odporności wprowadzanej do wysokoplennych odmian. Stosując szereg technik molekularnych, badano strukturę i wielkość genomu *P. brassicae*, a także liczbę genów funkcjonalnych w całym genomie. Metodą elektroforezy w zmiennym polu magnetycznym wyróżniono 16 chromosomów, o wielkości od 2,2 do 680 kb (Graf i wsp. 2001), zsekwencjonowano genom *P. brassicae* i określono jego wielkość na 24 Mb (Schwelm i wsp. 2015). Poszukiwano markerów molekularnych sprzężonych ze stopniem wirulencji poszczególnych patotypów. Dotąd udało się określić dwa sprzężone markery RAPD (ang. Random Amplification of Polymorpfic DNA) (Manzanares-Dauleux i wsp. 2001) oraz jeden specyficzny marker SCAR (ang. Sequence Characterized Amplified Region) (Manzanares-Dauleux i wsp. 2000a) skorelowany z izolatem zawierającym patotyp 1 *P. brassicae* (Pb1). Nie udało się określić zestawu markerów dla innych izolatów patotypów pochodzących z pola; stanowi to jedno z wyzwań w hodowli odmian odpornych na kiłę kapusty (Hirani i Genyi 2015).

W ostatnich latach, w wielu ośrodkach na świecie, prowadzone są badania genetyczne w celu poznania mechanizmów dziedziczenia u form odpornych na infekcję kiłą kapusty. Ponadto z zastosowaniem najnowszych technik molekularnych analizowany jest genom patogenu, a także geny i mechanizmy regulacji odporności. Techniki molekularne wykorzystywane są również w badaniach procesów biochemicznych i fizjologicznych zachodzących w relacji patogen – żywiciel (ang. host plant). Wyniki tych badań umożliwią opracowanie różnego rodzaju markerów służących do identyfikacji form patogenu oraz selekcję odmian odpornych gatunków hodowlanych. Możliwe będzie również wytwarzanie nowych form z wykorzystaniem scharakteryzowanych dotąd źródeł odporności na drodze hodowli rekombinacyjnej oraz poszukiwanie i wytwarzanie nowych genotypów, metodą krzyżowań oddalonych lub piramidyzacji genów. Hodowla takich odmian ma znaczenie gospodarcze, ponieważ odmiany odporne stanowią najefektywniejszy sposób na zapobieganie porażeniom upraw, a co za tym idzie, uniknięcie znacznych strat ekonomicznych.

Skuteczna metoda ograniczania strat – hodowla odmian odpornych

Zdolność zarodników patogenu do przeżywania w glebie przez długi czas, nawet do 20 lat w formie spoczynkowej, sprawia, że trudno kontrolować *P. brassicae* jedynie przez prawidłowo prowadzone zabiegi agrotechniczne lub stosowanie środków chemicznych (Voorrips 1995). Stąd hodowla odpornych na infekcję odmian uprawnych stanowi najbardziej pożądany i skuteczny sposób ograniczania strat plonu, szczególnie jeśli podlegają one zintegrowanej ochronie (Diederichsen i wsp. 2009). Bliskie pokrewieństwo pomiędzy gatunkami w trójkącie U *Brassica* (ryc. 1) umożliwia wprowadzanie genów odporności na kiłę kapusty (ang. Clubroot Resistance – CR) przez międzygatunkową hybrydyzację oraz introgresję genów (Hirani i Genyi 2015).

Poszukiwano źródeł odporności oraz szczegółowo badano jej podłoże genetyczne u *Brassica rapa*, *B. oleracea*, *B. napus* oraz w roślinie modelowej *A. thaliana* (Piao i wsp. 2009). W obrębie gatunku *B. rapa* występują różne typy roślin warzywnych: kapusta chińska, Shanghai Pak-choy oraz rzepa. Okazało się, że uprawiana w Europie rzepa pastewna (*B. rapa* ssp. *rapifera*) jest gatunkiem, w którym zidentyfikowano geny odporności na kiłę kapusty (Piao i wsp. 2009) i, odpowiednio, sklasyfikowano cztery odmiany [ang. European Clubroot Differential Hosts (ECD)] oznaczone numerami od 01 do 04 (Buczacki i wsp. 1975; Toxopeus i Janssen 1975; Toxopeus i wsp. 1986). Wykazano, że odporność na kiłę kapusty u europejskich odmian rzepy pastewnej, w tym odmiany Siloga, jest kontrolowana głównie przez jeden gen główny i kilka genów pobocznych (Yoshikawa 1993). Natomiast inni autorzy (Crute i wsp. 1980) zidentyfikowali trzy niezależne dominujące geny odporności na patotyp 6 *P. brassicae* (Pb6) w trzech genotypach *B. rapa*. Późniejsze badania wykazały obecność przynajmniej ośmiu loci CR odporności na kiłę kapusty (Suwabe i wsp. 2003; Hirai i wsp. 2004; Piao i wsp. 2004; Sakamoto i wsp. 2008). Odporne odmiany rzepy pastewnej są wykorzystywane w hodowli odpornych na kiłę odmian kapusty pekińskiej (*B. rapa* ssp. *pekinensis* lub *chinensis*), a także rzepaku (*B. napus*) (Piao i wsp. 2009; Niemann i wsp. 2016). Ponadto służą one do klasyfikacji patotypów i badania stopnia porażenia w różnych warunkach polowych (Toxopeus i Janssen 1975; Hirani i Genyi 2015 za Buczacki i wsp. 1975).

W przypadku *B. oleracea*, źródła odporności wykryto u nielicznych gatunków jarmużu oraz kapusty (Crisp i wsp. 1989), przy czym są one wykorzystywane do hodowli nowych, odpornych odmian *B. oleracea* (Piao i wsp. 2009). Natomiast u niektórych gatunków brukselki i brokuła stwierdzono niski stopień podatności (Crisp i wsp. 1989). Większość badanych gatunków kapusty i kalafiora była całkowicie podatna na kiłę kapusty (Manzanares-Dauleux i wsp. 2000b). Badania genetyczne z wykorzystaniem krzyżowań diallelicznych lub analizy populacji segregujących kapusty wykazały głównie poligeniczny charakter dziedziczenia cechy kontrolowanej przez przynajmniej cztery geny (Yoshikawa 1993) o charakterze recesywnym

(Voorrips i Visser 1993). W przypadku jarmużu wykazano, że odporność na kiłę kapusty jest kontrolowana przez wiele alleli dominujących z przewagą genetycznych efektów addytywnych z niepełną dominacją (Laurens i Thomas 1993).

Natomiast w przypadku *B. napus* znaleziono odporność na sprawcę kiły kapusty w niektórych genotypach brukwi pastewnej (*B. napus* ssp. *napobrassica*); są one wykorzystywane w hodowli odmian rzepaku odpornych na kiłę (Piao i wsp. 2009). Badania dziedziczenia odporności na kiłę u *B. napus* wykazały, że jest ona kontrolowana przez jeden lub dwa niesprzężone geny dominujące, przy czym przynajmniej jeden z nich jest wspólny dla wielu odmian; u niektórych zidentyfikowano również dwa allele recesywne o efekcie addytywnym (Piao i wsp. 2009). W kolejnych badaniach wykazano, że u odmian *B. napus* odpornych na porażenie przez *P. brassicae* (ang. ECD hosts) występują cztery geny odporności (Gustafsson i Fält 1986), a w innych natomiast wykryto ponad 20 loci CR (Manzanares-Dauleux i wsp. 2000a). Ponieważ *B. napus* jest naturalnym amfidiploidem łączącym genomy *B. oleracea* i *B. rapa,* istotna jest lokalizacja genów odporności oraz ich pochodzenie. Dotąd uważano, że geny odporności u *B. napus* są zlokalizowane w genomie A, pochodzącym z *B. rapa* (Piao i wsp. 2009).

Badania rzodkwi zwyczajnej (*Raphanus sativus*) – gatunku spokrewnionego z rodzajem *Brassica*, wykazały, że wszystkie odmiany hodowlane japońskie oraz większość holenderskich są całkowicie odporne na kiłę i dlatego mogą być wykorzystywane do przeniesienia odporności do gatunków *Brassica* (Hirani i Genyi 2015). Zmapowano loci QTL (ang. Quantitative Trait Loci) odporności na kiłę kapusty i wykazano, że za wysoki stopień odporności rzodkwi na kiłę odpowiedzialny jest jeden gen główny (Kamei i wsp. 2010).

Zmapowane geny, zidentyfikowane markery do selekcji MAS (ang. Marker Assisted Selection) i piramidyzacji genów

Dzięki rozwojowi technik molekularnych i zastosowaniu różnego rodzaju markerów genetycznych, zarówno „pierwszej generacji" (jak RFLP, RAPD, AFLP), jak i loci mikrosatelitarnych, a także od niedawna technik „nowej generacji" (ang. New Generation – NG), zmapowano geny odporności u różnych gatunków rodzaju *Brassica*. Największy postęp w tym zakresie uzyskano u *B. rapa*, ponieważ niektóre odmiany tego gatunku, bardzo odporne na infekcję *P. brassicae*, mają geny odporności CR.

Charakterystyka genów odporności na kiłę kapusty pozwala lepiej zrozumieć funkcjonowanie mechanizmów odporności oraz oddziaływanie między czynnikami w układzie „patogen – organizm gospodarza". Jednak wiele pytań pozostaje wciąż bez odpowiedzi i dlatego stawiane są nowe wyzwania. Metody nowej generacji badania genomu i transkryptomu, a także fenotypowania i mikroskopii, umożliwiają prowadzenie coraz dokładniejszych badań. Ich rezultaty, oprócz znaczenia poznawczego, mają niezmiernie ważne znaczenie praktyczne, ponieważ

przekładają się na opracowywanie nowoczesnych metod identyfikacji i selekcji odmian całkowicie lub częściowo odpornych. Ważną metodą, znajdującą obecnie szerokie zastosowanie, jest piramidyzacja genów odporności pochodzących z różnych źródeł w oparciu o selekcję MAS, z zastosowaniem specyficznych markerów molekularnych. Kompleksowe badania prowadzi wiele ośrodków na świecie. Kontynuowane są prace nad otrzymaniem odmian, które charakteryzowałyby się równocześnie zarówno odpornością genowo-specyficzną, jak i poligeniczną, co stanowiłoby skuteczniejszą zaporę dla patogenu.

Pierwsze odmiany rzepaku ozimego o zwiększonej odporności na porażenie przez *P. brassicae*, które pojawiły się na rynku, to odmiany mieszańcowe F1 Mendel (NPZ, Niemcy) i Alister (SY) oraz odmiana populacyjna Tosca. Odmiana Mendel zawiera geny odporności wprowadzone do genomu **A** *B. napus* z *B. rapa*. Powstała w wyniku resyntezy *B. napus* przez skrzyżowanie odpornej na kiłę kapusty *B. rapa* ssp. *rapifera* z *B. oleracea* var. *acephala* odm. Verheul. Ta resyntetyczna forma została następnie skrzyżowana z podwójnie ulepszoną, ozimą odmianą Falcon. Z tej krzyżówki wyprowadzono prawie 3500 linii podwojonych haploidów (DH), z których wyselekcjonowano plenną, podwójnie ulepszoną linię rzepaku ozimego. Odporność na kiłę kapusty w tym materiale hodowlanym była determinowana przez jeden gen dominujący, dlatego linia ta została wykorzystana do utworzenia odpornej odmiany mieszańcowej F1 w oparciu o system hybrydyzacji NPZ MSL-Lembke. Cały bardzo intensywny proces, począwszy od badań podstawowych (Diederichsen i Sacristan 1996), aż po rejestrację odmiany w 2001 roku, trwał aż 15 lat. Jak widać, realizacja tego programu jest trudna, ale zarazem efektywna, gdyż prowadzi do otrzymania odpornej odmiany.

Werticilioza

Innym przykładem groźnej choroby porażającej gatunki z rodzaju Brassica jest werticilioza. Walka chemiczna z patogenami, które wywołują werticiliozę – *Verticillium longisporum* i *V. dahliae* – jest nieskuteczna ze względu na ich biologię rozwoju. Choroba ta powoduje straty plonu rzepaku do 50% w krajach północnych Europy, ale także występuje we Francji, Niemczech i Polsce (Burlacu i wsp. 2012). Patogen przeżywający w postaci mikrosklerocjów rozprzestrzenia się przez glebę, wodę, wiatr, a jego mikrosklerocja zachowują żywotność w glebie do kilku lat. Infekcja roślin następuje przez korzeń. Grzyb kolonizuje naczynia ksylemu, powodując zamieranie rośliny. Cykl rozwojowy tego patogenu odbywa się przede wszystkim wewnątrz rośliny, co uniemożliwia kontrolę środkami chemicznymi (Rygulla i wsp. 2007). Bardziej agresywny jest grzyb *V. longisporum.*

W celu rozpoczęcia hodowli odman odpornych na *V. longisporum* najpierw ustalono odmiany wzorcowe: wyodrębniono odmianę rzepaku ozimego Express, jako odmianę o niskiej podatności, oraz odmianę Falcon jako wykazującą wysoką wrażliwość na patogena. W wyniku badań kolekcji odmian i linii hodowlanych

nie znaleziono genotypów, które byłyby wartościowe dla zintegrowanej uprawy rzepaku (Burlacu i wsp. 2012). Poszukiwano również źródeł odporności na *V. longisporum* w gatunkach rodzicielskich rzepaku *B. oleracea* i *B. rapa,* ponieważ charakteryzują się one większą zmiennością niż rzepak. Wyodrębniono formy *B. oleracea* o zbliżonej odporności do odmiany Falcon oraz dwie formy *B. rapa.* W wyniku skrzyżowania tych linii otrzymano linie resyntetyczne rzepaku (RS) (Rygulla i wsp. 2007) będące potencjalnie źródłem trwałej odporności. Taka cecha odporności musi być następnie wprowadzona na drodze hodowli rekombinacyjnej do materiałów hodowlanych wartościowych pod względem plonowania i jakości.

Sucha zgnilizna kapustnych

Sucha zgnilizna kapustnych wywoływana jest przez kompleks gatunków rodzaju *Leptosphaeria*, tj. *Leptosphaeria maculans* oraz *L. biglobosa*, stadium konidialne *Phoma lingam*, atakujące rośliny rodzaju *Brassica* (Jędryczka 2006). Jest jedną z najgroźniejszych chorób zagrażających uprawom rzepaku w Australii, Europie i Kanadzie. Jej nieomal epidemiologiczne występowanie uniemożliwiało uprawę rzepaku w Australii, do momentu wyhodowania pierwszych odmian odpornych na tę chorobę (Fitt i wsp. 2006). Ze względu na biologię rozwoju grzybów wywołujących suchą zgniliznę, opryskiwanie fungicydami rzepaku ozimego konieczne było co najmniej dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego: jesienią i wczesną wiosną. Jesienią infekcja odbywa się przez uwalniane askospory (zarodniki workowe), a wiosną przez zarodniki konidialne. W przypadku suchej zgnilizny kapustnych występują różne rasy patogenu. Różnice czasowe w dojrzewaniu owocników (pseudotecjów) oraz uwalnianiu askospor i zarodników konidialnych, powodują, że często efekt działania fungicydów jest niewystarczający i wtedy zabieg powinien być powtórzony 2–3-krotnie.

Straty plonu powodowane przez tę chorobę do momentu wprowadzenia odmian odpornych wynosiły 5–20%, ale przy dużym nasileniu choroby nawet 30–50% (West i wsp. 2001).W Polsce do połowy lat 90. XX wieku choroba ta u rzepaku była wywoływana przez mniej agresywny gatunek *L. biglobosa,* ale od początku bieżącego stulecia obserwuje się zwiększoną obecność *L. maculans* (Jędryczka i wsp. 2009).

Przełomem w walce z tą chorobą było wprowadzenie do uprawy, także w Polsce, francuskiej odmiany bezerukowej Jet Neuf wykazującej wysoką odporność. W Europie około 60% powierzchni uprawy rzepaku obsiewano tą odmianą (Pinochet i wsp. 2003). Następne odmiany, które pochodziły z krzyżowań z odmianą Jet Neuf, jak francuska podwójnie ulepszona odmiana Darmor, także wykazywały odporność na suchą zgniliznę kapustnych. Jednak wprowadzane w kolejnych latach do uprawy, w świecie i Polsce, odmiany podwójnie ulepszone były podatne na suchą zgniliznę kapustnych. Znaczącym etapem w walce z tą chorobą w czasie

wprowadzania do uprawy odmian podwójnie ulepszonych rzepaku, powszechnie do dziś uprawianych, było wprowadzenie do genotypu rzepaku rasowo-specyficznego genu odporności *Rlm1*, w stosunku do którego populacja *L. maculans* była awirulentna. Gen ten wprowadzono do francuskiej odmiany Capitol, która była szeroko uprawiana w Europie. W krótkim czasie odporność ta stała się nieefektywna, ponieważ zwiększyła się populacja wirulentnych ras patogenu (Rouxel i wsp. 2003). Spowodowało to konieczność dalszych badań, poszukiwanie źródeł odporności w obrębie gatunku *B. napus* i w gatunkach pokrewnych oraz badań genetycznych dotyczących odporności rośliny gospodarza i genów awirulencji/wirulencji w genotypie patogenu.

Wyodrębniono dwa typy odporności: rasowo-specyficzną i poligeniczną. Odporność rasowo-specyficzna, efektywna przez cały okres życia rośliny, warunkowana jest przez pojedyncze geny wchodzące w specyficzną reakcję z genem awirulencji patogenu, np. *Rlm*/*Avrlm* – gdzie w miejscu infekcji powstają elicytory – związki chemiczne (należące do oligosacharydów, glikopeptydów, glikoprotein, białek, lipidów) uwalniane ze ścian komórkowych rośliny i/albo patogenicznego mikroorganizmu, które indukują reakcje obronne rośliny. Odporność poligeniczna warunkowana przez wiele genów rasowo niespecyficznych, efektywnych głównie w stadium dojrzałej rośliny. Dla tych genów określono wiele loci QTL związanych z tzw. odpornością polową (Delourme i wsp. 2006).

Zidentyfikowano geny odporności w różnych genotypach *B. napus* i gatunkach pokrewnych: *B. oleracea, B. rapa, B. juncea, B. carinata, B. nigra*, a także w genotypach gatunków bardziej odległych, jak *A. thaliana, Raphanus raphanistrum* i *Diplotaxis muralis* (Delourme i wsp. 2006). Jednakże odporność warunkowana przez pojedynczy gen rasowo-specyficzny łatwo może ulec załamaniu skutkiem zmian zachodzących w populacji patogenu w wyniku powstania nowych rekombinacji lub mutacji i zamiany genotypu awirulentnego (*Avr*) na wirulentny (*avr*). Tak było w przypadku bardzo efektywnego genu *Rlm6*, który został wprowadzony do nieodpornego genotypu rzepaku z genomu B *B. juncea*, po trzech latach selekcji cyklicznej odporność uległa załamaniu (Brun i wsp. 2000; Rouxel i wsp. 2003).

W Europie, Australii i Kanadzie zarejestrowano wiele odmian z rasowo-specyficzną odpornością, ale wskutek szybkiej ewolucji populacji *L. maculans* w krótkim czasie następowało załamanie się odporności.

Odmiany z odpornością poligeniczną determinowaną przez wiele genów mogą być efektywniejsze w kontrolowaniu *L. maculans*/*L. biglobosa* (Delourme i wsp. 2006). Jednakże odporność poligeniczna zazwyczaj podlega modyfikującemu wpływowi środowiska i jej efektywność bywa zmienna (Pilet i wsp. 2001). Odporność poligeniczna jest jednak bardziej długotrwała – taką odpornością charakteryzowała się odmiana Jet Neuf.

Korzystne jest dysponowanie wieloma źródłami odporności, które będzie można wykorzystywać w walce z poszczególnymi rasami patogenu. Programy

hodowlane powinny być ukierunkowane na odporność rasowo-specyficzną zasocjowaną z QTL genów determinujących odporność rasowo-niespecyficzną (Pilet i wsp. 2001; Delourme i wsp. 2004; Delourme i wsp. 2006).

Kompleks grzybów *L. maculans* i *L. biglobosa* wywołujących suchą zgniliznę kapustnych utrudnia znalezienie efektywnych genów odporności na oba te grzyby chorobotwórcze. Przykładowo gen odporności *Rlm1* występujący w odmianie Vivol i gen *Rlm6* występujący w linii MX determinują odporność na *L. maculans,* ale nie na *L. biglobosa* (Brun i wsp. 1997).

Sucha zgnilizna kapustnych może spowodować duże straty w plonie rzepaku, dlatego w krajach, gdzie występuje zjawisko epidemii wywołanej tym patogenem, stosowany jest standard wymaganej odporności dla nowo rejestrowanych odmian rzepaku. Także w Polsce rejestrowane są tylko odmiany wykazujące wysoką odporność na tę chorobę.

Badanie składu populacji izolatów *L. maculans* na danym terenie wskazuje potrzebę wykorzystania konkretnych genów odporności *Rlm* w hodowli odpornościowej lub odmian, które niosąc tę odporność, powinny być uprawiane w danym regionie (Jędryczka i wsp. 2009).

Wprowadzenie do uprawy odmian odpornych zredukowało straty plonu, które wynosiły w Polsce i w Europie Zachodniej, w zależności od roku, 5–20% i spowodowało zredukowanie użycia fungicydów. Na przykład we Francji, gdzie bardzo restrykcyjnie podchodzi się do rejestracji odmian i rejestrowane są tylko odmiany odporne, całkowicie zaniechano opryskiwania fungicydami przeciw suchej zgniliźnie kapustnych. W wyniku hodowli odmian odpornych możliwe było rozszerzenie uprawy odmian podwójnie ulepszonych, a Australia jest obecnie jednym ze znaczących producentów rzepaku w świecie (3–3,5 mln ton rocznie).

Przykład hodowli odmian odpornych na tę ważną chorobę, powodującą duże straty ekonomiczne w produkcji rzepaku, pokazuje, jak wielkie znaczenie ma hodowla odmian dla ochrony środowiska i tworzenia systemów integrowanej ochrony roślin. Dla rozwoju integrowanej ochrony rzepaku bardzo pomocne są metody biotechnologiczne i molekularne. Zsekwencjonowano genom *L. maculans*, co pozwoliło na sklonowanie genów awirulencji (*Avr*). Wiele genów i loci QTL zostało zlokalizowanych na genetycznej mapie sprzężeń, co w dalszej kolejności pozwala na opracowanie markerów molekularnych, które mogą być pomocne w selekcji odmian odpornych. Ponadto badane są kolekcje genotypów rzepaku w celu poszukiwania nowych genów odporności na tę chorobę (Larkan i wsp. 2019).

Zgnilizna twardzikowa

Zgnilizna twardzikowa powodowana przez grzyb chorobotwórczy *Sclerotinia sclerotiorum* jest jedną z chorób wywołujących największe straty w uprawach rzepaku, zwłaszcza w Chinach (10–20%), Australii, ale także niekontrolowana jest groźna w Polsce i innych krajach europejskich. Grzyb ten poraża ponad

400 innych gatunków roślin, między innymi słonecznik, soję, fasolę, orzeszki ziemne (Derbyshire i Denton-Giles 2016; Wu i wsp. 2016a). Choroba zwalczana jest przez opryskiwanie roślin fungicydami w okresie kwitnienia, dokładnie w okresie opadania płatków kwiatowych, co zapobiega infekcji przez askospory. Niemniej uważa się, że najkorzystniejszą ochroną przed tą chorobą byłyby odmiany odporne. Zbyt późno przeprowadzony zabieg opryskiwania może nie ochronić rośliny przed rozwojem choroby.

Niestety, dotychczasowe poszukiwania źródeł odporności w obrębie gatunku *B. napus* nie przyniosły pozytywnych rezultatów. Udało się zmapować w genomie rzepaku loci, które są zasocjowane z odpornością na *S. sclerotiorum*, jednak nie udało się wyhodować odpornej odmiany. Brak nie tylko źródeł, ale także wystandaryzowanej metody selekcji.

Podjęto także badania gatunków pokrewnych. Okazało się, że *B. oleracea* wykazuje większą zmienność pod względem odporności na *S. sclerotiorum*. Odporność na *S. sclerotiorum* stwierdzono u niektórych form *B. oleracea,* wykorzystanych do utworzenia resyntetycznych linii rzepaku. Genetyczna analiza linii RS wykazała, że geny addytywne działają w przypadku odporności na *S. sclerotiorum* (Mei i wsp. 2011). Uważa się, że resyntetyczne linie rzepaku mogą służyć do piramidyzowania genów odporności (Ding i wsp. 2013). Wytworzenie źródeł odporności do wyhodowania odmian odpornych, które zapewniłyby bardziej ekologiczną produkcję rzepaku, jest bardzo ważnym celem badawczym, zwłaszcza tam, gdzie choroba może czynić największe szkody, a więc w Chinach, Australii, Iranie, a także w Polsce. Mimo trudności, badania prowadzone są również na poziomie genomu i transkryptomu (Alavi i Dalili 2014; Wu i wsp. 2016b).

Czerń krzyżowych

Choroba ta, powodowana przez grzyby rodzaju *Alternaria*: *A. brassicicola, A. brassicae, A. alternata,* atakuje rośliny z rodzaju *Brassica* w wielu regionach świata, także w Polsce. Gatunki *B. napus*, *B. rapa i B. juncea* są atakowane głównie przez *A. brassicae* (Nowicki i wsp. 2012). Czerń krzyżowych występuje na rzepaku w trakcie całego okresu wegetacji, od jesieni aż do wytworzenia pierwszych łuszczyn, i zwalczana jest za pomocą fungicydów. Największe szkody może wyrządzić, gdy pojawi się na łuszczynach. Zwłaszcza gdy w czasie tworzenia łuszczyn wystąpi dużo opadów. Następuje wtedy przedwczesne przerwanie wegetacji i dojrzewanie łuszczyn, co może spowodować obniżenie plonu nawet o ponad 30% (Sharma i wsp. 2007). Dotąd metody walki z tą chorobą są kombinacją fitosanitarnej profilaktyki agrotechnicznej z ochroną za pomocą fungicydów. Jednak prowadzone są intensywne badania mające na celu identyfikację źródeł odporności na ten patogen i opracowanie metod oceny odporności w celu wykorzystania ich w programach hodowli odmian odpornych.

Badania przeprowadzone na rzepiku *B. rapa* wykazały brak kompletnej odporności na tę chorobę (Doullah i wsp. 2006). Brak jest odpornych form w rodzaju *Brassica*, natomiast stwierdzono wysoki stopień odporności w gatunkach pokrewnych, takich jak: *Sinapis alba, Camelina sativa, Eruca sativa, Capsella bursa-pastoris* (Sharma i wsp. 2007). Najwyższą odporność na tę chorobę wykazuje *S. alba* (Brun i wsp. 1987).

Zagrożenie powodowane przez *A. brassicae* uzasadnia podjęcie kompleksowych badań prowadzących do otrzymania odmian z genetyczną odpornością na czerń krzyżowych.

Mączniak prawdziwy, mączniak rzekomy

Na uprawach rzepaku występuje mączniak prawdziwy, powodowany przez grzyb *Erysiphe cruciferarum,* oraz mączniak rzekomy, wywoływany przez organizm chorobotwórczy *Hyaloperonospora parasitica.* Mączniak rzekomy atakuje młode rośliny rzepaku, w stadium siewek, prawdziwy może atakować przez cały okres wegetacji. Patogeny te zwalcza się głównie, stosując zabiegi agrotechniczne i chemiczne. Niemniej prowadzone są także prace mające na celu znalezienie źródeł odporności na te patogeny. Stwierdzono, że odmiany o wyższej zawartości glukozynolanów w nasionach charakteryzują się mniejszą podatnością na porażenie przez mączniaka rzekomego (Nashaat i Rawlinson 1994). Wyodrębniono linie z jarej odmiany Janeczka, które wykazują odporność w stosunku do niektórych izolatów, jak również odmianę Calypso jako wzorzec podatności. Zidentyfikowano geny odporności, które mogą być wykorzystane w hodowli odmian odpornych na porażenie przez mączniaka rzekomego, zwłaszcza w stadium siewki (Nashaat i wsp. 1997).

Fuzarioza

Choroba ta wywoływana jest najczęściej przez dwa patogeny chorobotwórcze: *Fusarium culmorum* i *F. oxysporum.* Grzyby te atakują wiązki przewodzące w korzeniach, co powoduje uwiąd roślin. Choroba ta może spowodować duże straty, zwłaszcza w warunkach wilgotnego klimatu (Lange i wsp. 2007). W Polsce fuzarioza występuje rzadko. Badania przeprowadzone na polskich odmianach rzepaku ozimego wykazały zróżnicowanie ich pod względem podatności na infekcję przez oba patogeny (Starzycki i wsp. 2007). Duże zróżnicowanie reakcji na różne patotypy stwierdzono również wśród materiałów hodowlanych w Kanadzie (Chen i wsp. 2014), gdzie rozwijane są badania mające na celu wyodrębnienie markerów genetycznych dla hodowli wspomaganej markerami molekularnymi (Lange 2009).

Żółtaczka rzepy

Żółtaczka rzepy wywoływana jest przez wirus żółtaczki rzepy TuYV (ang. *Turnip Yellows Virus*), którego wektorem jest mszyca brzoskwiniowa (*Mysus persicae,* Sulzer). Choroba ta istotnie nasiliła się w uprawach rzepaku od początku bieżą-

cego wieku. W przypadku dużej liczby zainfekowanych roślin może powodować straty plonu w zakresie od 10 do 30%. Objawy porażenia żółtaczki w postaci od żółtych do bordowych przebarwień liści występujących między nerwami mogą być mylone z symptomami niedoboru składników mineralnych. Zwalczanie choroby chemicznymi środkami ochrony roślin jest mało efektywne, ponieważ konieczne byłoby także zwalczanie mszycy będącej wektorem wirusa. Alternatywną strategią kontroli tej coraz ważniejszej choroby wirusowej jest identyfikacja źródeł odporności i hodowla odmian odpornych. Badania Dreyera i wsp. (2001) wykazały prostą jednogenową determinację genetyczną odporności na wirus TuYV.

Podsumowanie

- Kompleksowe badania prowadzone w wielu ośrodkach na świecie mają na celu wyhodowanie odmian, które łączyłyby w genotypie odporność rasowo-specyficzną i poligeniczną, stanowiącą skuteczniejszą zaporę dla patogenu.
- Dostępność szerokiego spektrum zmienności dotyczącej odporności na ważne patogeny ma duże znaczenie dla hodowli ukierunkowanej na integrowaną ochronę upraw.
- Aby zapewnić postęp w hodowli odmian odpornych na patogeny chorobotwórcze, pożądane jest:
  - tworzenie populacji mapujących w celu wygenerowania loci QTL i opracowania markerów specyficznych lub sprzężonych;
  - poszukiwanie markerów fenotypowych dla genotypów odpornych;
  - tworzenie linii syntetycznych lub półsyntetycznych rzepaku w celu wprowadzania genów determinujących odporność pochodzących z gatunków wyjściowych *B. oleracea* i *B. rapa* lub innych gatunków pokrewnych do *B. napus*;
  - wykorzystanie metody piramidyzacji genów odporności pochodzących z różnych źródeł, w oparciu o selekcję MAS, z zastosowaniem specyficznych markerów molekularnych.
- Intensywna hodowla odmian odpornych na patogeny chorobotwórcze jest niezbędna do tworzenia integrowanych systemów produkcji rzepaku. Każda wyhodowana odmiana odporna jest kamieniem milowym w tworzeniu takich systemów.

6. DOBÓR ODMIAN

Uprawa odmian odpornych lub tolerancyjnych na organizmy szkodliwe jest jednym z podstawowych założeń integrowanej ochrony rzepaku. Innym jest stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego. Odporność odmian na działanie czynników biotycznych (choroby i szkodniki) ma coraz większe znaczenie w systemach uprawy bardziej przyjaznych naturalnemu środowisku (Mrówczyński 2013). Dąży się w nich do ograniczania chemicznej ingerencji w środowisko, zwłaszcza do zminimalizowania ilości stosowanych środków ochrony roślin w polowych uprawach roślin. Ogólnie odmiany odporne/tolerancyjne na choroby są szczególnym i proekologicznym środkiem produkcji. Dlatego hodowla takich odmian ma zasadnicze znaczenie dla upowszechnienia się integrowanej ochrony i produkcji rzepaku (Bartkowiak-Broda 2016). Problem ten ma również ważny aspekt ekonomiczny. Z jednej strony każdy zabieg ochrony roślin zwiększa koszty uprawy, z drugiej – zastosowanie odpowiedniego zabiegu np. fungicydem może poprawić zdrowotność roślin, a tym samym zapobiec utracie części plonu i zrekompensować poniesione nakłady.

Postęp hodowlany w rzepaku, zarówno ilościowy, jak i jakościowy, jest duży. Do urzędowych badań w celu wpisania odmiany do Krajowego Rejestru (KR) zgłaszanych jest corocznie około 100 odmian. Spośród nich, po zakończeniu 2- lub 3-letniego okresu badań, ostatecznie rejestruje się jedynie około 15 najwartościowszych. Do podstawowych kryteriów decydujących o wartości gospodarczej odmiany (WGO) należą:

- wielkość plonu nasion;
- stabilność plonowania w latach i w różnych rejonach;
- jakość plonu (m.in. zawartość tłuszczu oraz proporcje składu kwasów tłuszczowych, zawartość glukozynolanów i białka);
- reakcja na warunki stresowe (susza, niska temperatura, opad gradu i in.);
- odporność i tolerancja na choroby;
- odporność na wyleganie;
- przystosowanie do różnych warunków uprawy.

Urzędowe badania wartości gospodarczej (WGO) oraz odrębności, wyrównania i trwałości (OWT) odmian rzepaku prowadzone są przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) (fot. 3).

Wartość gospodarczą odmian określa się na podstawie ścisłych doświadczeń polowych, realizowanych według ustalonej i opracowanej metodyki (fot. 4). Doświadczenia polowe prowadzone są w kilkunastu punktach (stacjach i zakładach) doświadczalnych COBORU, które są rozmieszczone w całym kraju i reprezentują

Fot. 3. Poletka z badanymi odmianami rzepaku ozimego (fot. J. Broniarz)

podstawowe siedliska przyrodniczo-rolnicze. Regułą jest badanie nowych odmian na tle odmian wzorcowych wyznaczonych przez COBORU na dany sezon. Uzupełnieniem oceny są badania laboratoryjne zawartości tłuszczu, glukozynolanów, także białka i włókna w nasionach ze zbioru doświadczeń. Wyniki badań polowych, jak i laboratoryjnych stanowią główne kryterium podejmowania decyzji rejestrowych. Umożliwiają także opracowanie charakterystyk rolniczo-użytkowych nowo rejestrowanych odmian.

Odmiany zgłoszone do KR podlegają także obligatoryjnym badaniom OWT. Tylko odmiany spełniające określone kryteria OWT mogą być wpisane do KR.

W procesie badań rejestracyjnych nowych odmian, w doświadczeniach polowych, oceniana jest, a tym samym poznawana, genetyczna odporność na choroby i wyleganie (Szymczyk 2006). Niestety, odporność odmian na poszczególnych sprawców chorób nie jest całkowita. Najczęściej odmiany są w mniejszym lub większym stopniu porażane przez patogeny. Przeważnie też odmiany są odporne tylko na jednego patogena, rzadziej na dwa lub więcej. Jak dotychczas, uzyskanie odporności na kilka sprawców chorób jest trudne do osiągnięcia w hodowli. Niemniej połączenie w odmianie odporności na różne czynniki, np. niektóre choroby i stresy, pozwala uzyskać duże efekty w uprawie polowej.

Po zarejestrowaniu odmiana jest rozmnażana, a jej nasiona są oferowane do sprzedaży i trafiają do uprawy. Ze względu na ciągłe tworzenie przez hodowców

Fot. 4. Doświadczenie polowe z odmianami rzepaku ozimego (fot. J. Broniarz)

wielu nowych odmian następuje dość szybko wypieranie z obrotu i uprawy odmian starszych. Średni okres dostępności odmiany w ofercie handlowej, tzw. life cycle, wynosi około 5–7 lat. Dotyczy to zwłaszcza tych firm hodowlanych, których programy hodowlane ukierunkowane są głównie na tworzenie odmian mieszańcowych (tzw. hybrydowych).

Obecnie w KR wpisanych jest ponad 150 odmian rzepaku ozimego, z których trzy czwarte stanowią odmiany mieszańcowe. W przypadku rzepaku jarego w KR znajduje się niemal 30 odmian; prawie połowa z nich to odmiany mieszańcowe. Zdecydowaną większość zarejestrowanych odmian obu form rzepaku stanowią odmiany zagraniczne, blisko 90% w rzepaku ozimym i 80% w rzepaku jarym.

Po zarejestrowaniu, odmiana może być dalej badana w doświadczeniach prowadzonych w ramach systemu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO), realizowanego przez różne podmioty, a koordynowanego merytorycznie

przez COBORU. Na podstawie wyników badań i doświadczeń prowadzonych w ramach PDO tworzone są w poszczególnych województwach „Listy odmian zalecanych do uprawy na obszarze województwa" (LOZ). Zestawienie odmiany w LOZ oznacza jej rekomendację na obszarze województwa. Przeważnie na LOZ w poszczególnych województwach jest od kilku do kilkunastu odmian. Listy odmian zalecanych stanowią zatem efektywną formę rekomendacji najbardziej wartościowych odmian do praktyki rolniczej w danym rejonie. Informacje oraz wynik badań odmian rzepaku ozimego i jarego, a także LOZ są corocznie publikowane oraz dostępne na stronie internetowej COBORU (PDO REKOMENDACJA ODMIAN).

Uprawa nowych odmian umożliwia korzystanie z postępu biologicznego, który te odmiany wnoszą. Przejawia się on głównie w bardzo dużym potencjale plonowania, przy czym większość nowych odmian odznacza się ogólnie dobrą zdrowotnością (Gacek i Behnke 2005).

Innym warunkiem korzystania z postępu biologicznego jest stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego odmian. Tylko takie nasiona zapewniają tożsamość odmianową, tj. przejawianie się charakterystycznych dla danej odmiany cech, zarówno morfologicznych, jak i użytkowych, w tym np. odporności na specyficzne patogeny. Kwalifikowany materiał siewny powinien gwarantować także odpowiednią wartość siewną nasion: czystość odmianową – 99,7%, zdolność kiełkowania – min. 85%, zawartość nasion obcych gatunków – maks. 0,3% wagowego. Ze względu na częściową obcopylność, a także możliwość przekrzyżowania z innymi roślinami kapustowatymi, używanie do siewu innego materiału niż kwalifikowany, powoduje z reguły znaczące pogorszenie jakości plonu rzepaku. Także nadmiar samosiewów w uprawie rzepaku może znacząco obniżyć jakość zebranych nasion. Kwalifikowany materiał siewny nie powinien zawierać więcej niż 1% kwasu erukowego oraz nie więcej niż 15 μM glukozynolanów na 1 g nasion.

W przypadku odmian populacyjnych (ustalonych) materiałem siewnym kwalifikowanym jest pierwsze rozmnożenie C_1, natomiast odmian mieszańcowych zrestorowanych – nasiona mieszańcowe F_1. Taki materiał w dużym stopniu umożliwia uzyskanie wysokich plonów nasion o bardzo dobrej jakości (Budzyński i wsp. 2009, 2013). Hodowla odmian mieszańcowych jest także szczególnym sposobem biologicznej ochrony odmian. Materiał siewny takich odmian wytwarza się przez krzyżowanie stałych komponentów, tj. linii i/lub odmian zgodnie z formułą mieszańca, znaną jedynie hodowcy (Gacek i Behnke 2005). Warto wiedzieć, że u odmian mieszańcowych efekt heterozji, który przejawia się m.in. zwiększeniem plonowania, występuje tylko w pokoleniu F_1 i nie powtarza się w kolejnych rozmnożeniach (Bartkowiak-Broda 1998). Nasiona do siewu takich odmian trzeba zatem każdorazowo zakupić, np. u przedstawicieli handlowych firm hodowlano-nasiennych lub licencjonowanych dystrybutorów.

Fot. 5. Nasiona odmian rzepaku w opakowaniach różnych firm (fot. J. Broniarz)

Rozmnożenia odmian, zarówno mieszańcowych, jak i populacyjnych, muszą być prowadzone według określonych wymagań agrotechnicznych dotyczących między innymi odpowiedniego przedplonu, niewystępowania samosiewów oraz innych gatunków mogących stanowić źródło obcego pyłku, zachowania wymaganej izolacji przestrzennej oraz zadbania o czystość odmianową. Nieprzestrzeganie wyżej wymienionych zasad może być podstawą do dyskwalifikacji plantacji nasiennej.

Od kilku lat dystrybutorzy materiału siewnego sprzedają nasiona w postaci tzw. jednostek siewnych (fot. 5). Taka jednostka powinna zawierać określoną liczbę nasion kiełkujących na przyjętej stałej powierzchni. Przeważnie przyjmuje się powierzchnię 3 ha, dla której przewiduje się wysiew 2,0–2,1 mln nasion odmian populacyjnych lub 1,5 mln nasion odmian mieszańcowych. Na opakowaniu zamieszczane są niezbędne informacje (roślina uprawna, nazwa odmiany, parametry wartości siewnej nasion, liczba nasion, wielkość powierzchni do zasiewu itp.).

W badaniach i uprawie znajdują się odmiany populacyjne i mieszańcowe rzepaku:

- odmiana populacyjna (ustalona, liniowa) – heterogeniczny zbiór roślin wyrównany pod względem cech botanicznych i użytkowych, wytworzony przez hodowcę;
- odmiana mieszańcowa F_1 (zrestorowana, hybrydowa) – odmiana, której materiał siewny jest wytwarzany za każdym razem przez krzyżowanie stałych komponentów (linie, odmiany) zgodnie z formułą mieszańca określoną przez hodowcę (zachowującego odmianę).

W ostatnich latach nastąpiło wyraźne zwiększenie udziału odmian mieszańcowych w uprawie. Wynika to m.in. stąd, że wiele firm hodowlano-nasiennych, zwłaszcza zagranicznych, zintensyfikowało swoje prace hodowlane nad tego typu odmianami. Obecnie trzy czwarte liczby odmian zgłaszanych do badań, a w konsekwencji odmian rejestrowanych, stanowią mieszańce. W ofercie handlowej nasiona tych odmian są również powszechnie dostępne. Odmiany mieszańcowe cechują się większym potencjałem plonowania. W poszczególnych latach badań, w doświadczeniach PDO, odmiany te plonowały średnio o kilkanaście procent (10–16%) lepiej od odmian populacyjnych. Wartościowe są zwłaszcza wysokoproduktywne odmiany o zwiększonej w porównaniu z formami populacyjnymi plenności i możliwie zmniejszonych wymaganiach glebowych (Budzyński i Zając 2010). W sezonach wegetacyjnych, w których wystąpiły w większym nasileniu niekorzystne zjawiska klimatyczne, odmiany mieszańcowe reagowały przeważnie mniejszym spadkiem plonowania. Większość tych odmian jest bardziej tolerancyjna na opóźniony termin siewu ze względu na szybszy rozwój początkowy. Rośliny wytwarzają silniejszy, bardziej rozrośnięty system korzeniowy, przez co lepiej pobierają wodę i składniki pokarmowe. Odmiany mieszańcowe wnoszą także postęp w hodowli odpornościowej, w której tworzy się linie syntetyczne w celu wprowadzania do rzepaku genów determinujących odporność np. na kiłę kapusty, suchą zgniliznę kapustnych lub wirusa żółtaczki rzepy. Ogólnie dobór odmian mieszańcowych jest liczniejszy i bardziej zróżnicowany.

W naszym kraju nadal wielu rolników dobrze ocenia przydatność odmian populacyjnych do własnych warunków gospodarowania i często uprawia je na swoich polach. Takie odmiany przeważnie są wysiewane w mniejszych gospodarstwach, głównie na małych powierzchniach i na nieco gorszych stanowiskach. Ich podstawową zaletą jest stosunkowo łatwy zbiór ze względu na mniejszą masę roślin, a to z kolei mniej obciąża pracę kombajnu. Niestety, dobór odmian populacyjnych będzie w najbliższych latach coraz mniej liczny i tym samym odmiany te będą mniej konkurencyjne wobec odmian mieszańcowych. Materiał siewny odmian populacyjnych jest tańszy.

Odmiany mieszańcowe są źródłem postępu hodowlanego w uprawie rzepaku, ponieważ:

- coraz częściej zawierają dodatkowe geny odporności na chorobotwórcze patogeny (np. *Rlm7, Apr37,* TuYV);
- niektóre wykazują odporność na porażenie przez sprawcę kiły kapusty;
- często odznaczają się mniejszą podatnością na pękanie łuszczyn i osypywanie nasion (tzw. pod shattering resistance);
- w ich ofercie znajdują się odmiany półkarłowe;
- hodowane są także odmiany tolerancyjne na substancję czynną (imazamoks) z grupy imidazolin, stosowaną w herbicydach do zwalczania wielu chwastów, w tym również kapustowatych.

W pracach hodowlanych prowadzi się także selekcję materiałów w kierunku zwiększenia tolerancji na stresowe warunki uprawy, m.in. suszę i niską temperaturę, oraz zmniejszenia wymagań siedliskowych, w tym głównie glebowych, a także bardziej efektywnego wykorzystywania nawożenia, zwłaszcza azotowego.

Porównanie właściwości rolniczo-użytkowych odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego

Odmiany populacyjne	Odmiany mieszańcowe
mniej wymagające odnośnie stanowiska	sprawdzają się lepiej w warunkach intensywnej uprawy
powinny być siane w odpowiednim terminie	bardziej tolerancyjne na opóźniony termin siewu
norma wysiewu nasion na jednostkę powierzchni jest większa (50–70 szt./m^2)	norma wysiewu nasion na jednostkę powierzchni jest mniejsza (40–50 szt./m^2)
gorzej znoszą stresowe warunki uprawy	lepiej znoszą stresowe warunki uprawy
zbiór nasion jest łatwiejszy	ze względu na większą masę roślin zbiór może być utrudniony
plon nasion mniejszy	plon nasion w wieloleciu o około 12% większy od plonu odmian populacyjnych

Efekty prac hodowlanych dotyczących odporności odmian na podstawowe patogeny chorobotwórcze są ciągle niewystarczające. Powodem może być duża liczba roślin kapustowatych, które są porażane i przenoszą patogeny wielu groźnych chorób, między innymi kiły kapusty, suchej zgnilizny kapustnych, zgnilizny twardzikowej, werticiliozy, cylindrosporiozy. Inną przyczyną jest zapewne dotychczasowy sposób postępowania, polegający na dość powszechnym stosowaniu w uprawie standardowej technologii zakładającej konieczność wysiewania zaprawionych nasion oraz zwalczania chwastów i szkodników. Przewiduje ona zazwyczaj wykonanie co najmniej jednego zabiegu fungicydem jesienią oraz minimum dwóch zabiegów ochronnych przed chorobami wiosną. W takim systemie uprawy odporność odmian na patogeny ma relatywnie mniejsze znaczenie. Zastosowanie fungicydów znacznie ogranicza występowanie chorób, ale najczęściej nie eliminuje ich całkowicie. Przeważnie jest tak, że odmiany wrażliwsze są bardziej porażane chorobami po zastosowaniu fungicydu. Niewielkie porażenie chorobami nie ma jednak dużego wpływu na wielkość plonu nasion. Ponadto hodowla odpornościowa będzie efektywniejsza w przypadku znalezienia nowych źródeł odporności, które po wprowadzeniu do odmian uprawnych będą mogły być wykorzystywane w produkcji.

Priorytetem w hodowli rzepaku powinno być łączenie w tworzonych odmianach różnych korzystnych właściwości. Najlepiej jest, gdy w pracach hodowlanych uwzględni się zarówno cechy odpornościowe, jak i korzystne cechy użytkowe, np. dobrą zimotrwałość oraz zwiększoną odporność na pękanie łuszczyn i osypywanie nasion. Takie działanie umożliwi stabilizowanie plonowania odmian w przypadku wystąpienia skrajnie niekorzystnych warunków pogodowych lub popełnienia przez rolnika jakiegoś błędu agrotechnicznego.

Konsekwentne wprowadzanie zasad integrowanej ochrony będzie w większym stopniu mobilizowało firmy hodowlane do zintensyfikowania prac zmierzających do wyhodowania odmian odpornych na różne czynniki, w tym chorobotwórcze. Natomiast wśród użytkowników odmian nastąpi wzrost zainteresowania odmianami odpornymi na naturalne czynniki ograniczające plonowanie i jakość plonu. Oprócz odmian odpornych na różne czynniki chorobotwórcze, ważną rolę w systemach ochrony mogą odgrywać odmiany tolerancyjne na różne stresy (Gacek 2018). Takie odmiany w dużym stopniu znoszą działanie czynników stresowych bez większych strat w plonie. Bardziej wartościowe będą również odmiany odznaczające się zdolnością do regeneracji różnych uszkodzeń i możliwością kontynuowania wzrostu i rozwoju po wystąpieniu silnego stresu. Stosowanie integrowanej ochrony będzie więc wymagało wszechstronnego przetestowania właściwości badanych odmian, a zwłaszcza szczegółowej oceny ich polowej odporności na czynniki stresowe, w tym choroby.

Pojawienie się określonej choroby na plantacji rzepaku uzależnione jest od wielu czynników. Do najważniejszych należą warunki przyrodnicze, na które nie ma wpływu działalność rolnika/producenta oraz stosowana przez niego agrotechnika. Z tych pierwszych, oprócz gleby, ważne są warunki wilgotnościowe, a zwłaszcza ilość i rozkład opadów w czasie wegetacji, suma temperatur i nasłonecznienie. Prawdopodobieństwo wystąpienia chorób jest większe, gdy: rzepak uprawiany jest na tym samym stanowisku zbyt często, stosuje się uproszczenia uprawowe, siew jest za głęboki lub nadmiernie zagęszczony, a plantacja zachwaszczona. Ponadto zwykle większe uszkodzenia roślin przez szkodniki wpływają na silniejsze porażenie chorobami, a wynika to stąd, że różnego rodzaju rany stanowią „bramę wejściową" wielu patogenów, między innymi wywołujących suchą zgniliznę kapustnych, zgniliznę twardzikową i szarą pleśń (Mrówczyński 2013).

Precyzyjnie dobrane odmiany będą ważnym elementem integrowanej uprawy i ochrony rzepaku. W celu upowszechnienia integrowanej ochrony niezbędne będzie prowadzenie takich doświadczeń, które pozwolą dokładnie ocenić odporność odmian na najważniejsze choroby, a także lepiej określić ich wymagania agrotechniczne (Broniarz 2014). Można przyjąć, że przy dobrym rozpoznaniu częstości występowania danego zjawiska oraz znajomości najważniejszych cech odmian, powinno się lepiej dostosować technologię uprawy do

konkretnych odmian i tym samym zwiększyć opłacalność produkcji. Dotyczy to zwłaszcza liczby zabiegów ochrony roślin, terminów stosowania lub dawek. Zasadne będzie postępowanie, w którym ogranicza się lub nie stosuje fungicydu albo regulatora wzrostu w uprawie odmiany odpornej na określonego patogena lub na wyleganie. Przeciwnie, dla odmian o mniejszej odporności celowe będzie zastosowanie wyższej dawki, a nawet wykonanie dwóch zabiegów. W integrowanej ochronie zawsze jednak należy uwzględniać zasady dobrej praktyki rolniczej oraz przedkładać zabiegi agrotechniczne nad stosowanie chemicznych środków ochrony roślin.

Warunkiem skutecznego wykorzystania cech odpornościowych w integrowanej ochronie jest przede wszystkim wystarczająco duże zróżnicowanie odmian. Jeżeli odmiany nie różnią się odpornością na określonego patogena, wówczas taka cecha przestaje mieć praktyczne znaczenie i może być pomijana przy wyborze odmiany. Zwraca się wtedy uwagę na inne właściwości odmian, ważne dla producenta rzepaku.

Przy dużej liczbie odmian oferowanych do uprawy, określenie stosownych kryteriów oceny i preferencji ma zasadnicze znaczenie w wyborze właściwej odmiany. Zawsze jednak istnieje pewne ryzyko nietrafnego wyboru, mimo dostępu do aktualnych wyników doświadczeń odmianowych lub innych informacji. Aby choć częściowo zabezpieczyć się przed takim ryzykiem, powinno się uprawiać, zwłaszcza na dużych powierzchniach więcej niż jedną odmianę w gospodarstwie. Po uwzględnieniu podstawowych kryteriów (plonu, jakości) warto sprawdzić, czy odmiany różnią się pod względem innych ważnych cech rolniczych, w tym pod względem odporności na choroby lub tolerancji na inne czynniki stresowe.

Uzyskanie większych plonów rzepaku jest możliwe, jeżeli:

- wybierze się odpowiednią odmianę,
- wysieje kwalifikowany materiał siewny i dotrzyma wymaganego terminu siewu,
- zastosuje właściwą agrotechnikę, w tym zwłaszcza odpowiednie nawożenie i zwalczanie chwastów oraz uzasadnioną i skuteczną ochronę roślin przed szkodnikami i chorobami,
- przeprowadzi terminowy i prawidłowy zbiór nasion.

Jak dotychczas, nie ma dostępnych odmian rzepaku, które byłyby odporne na licznie występujące szkodniki w uprawie tej rośliny. Podejmowane są na przykład próby wyhodowania odmian, których rośliny wytwarzają grubszą warstwę kutykuli na łuszczynach i tym samym są mniej atrakcyjne dla groźnego szkodnika jakim jest pryszczarek kapustnik. Stwierdzono, że pierwsze pokolenie tego szkodnika w większym stopniu uszkadza odmiany, które zakwitają wcześniej, natomiast drugie pokolenie – odmiany późno kończące kwitnienie. Inny

szkodnik łuszczyn – chowacz podobnik, częściej uszkadza łuszczyny odmian o wcześniejszej fazie kwitnienia. Występowanie na roślinach jednocześnie obu szkodników stanowi największe zagrożenie, ponieważ otwory w łuszczynach wydrążone przez larwy chowacza podobnika znacznie ułatwiają składanie jaj samicom pryszczarka kapustnika. Z kolei obserwacje uszkodzeń powodowanych przez chowacze łodygowe wskazują, że są one większe na roślinach tych odmian, które wcześnie i szybko rozwijają się po zimie, a mniejsze na odmianach później wznawiających wegetację. Szacuje się, że największe szkody w uprawie rzepaku powoduje jednak słodyszek rzepakowy. Żerowanie chrząszczy początkowo następuje głównie na odmianach najwcześniej rozwijających się wiosną, w okresie wzrostu pąków kwiatowych. Regułą jest natomiast to, że największe szkody powodowane są na odmianach późnych, o dłuższym okresie pąkowania, kiedy nalot owadów jest najliczniejszy. W ostatnich sezonach wegetacyjnych zauważalne jest zwiększające się zagrożenie uszkodzenia rośliny w początkowym okresie rozwoju, zwłaszcza przez niektóre szkodniki, głównie pchełki, śmietkę kapuścianą oraz mszyce, a także mączlika warzywnego. Warto zauważyć, że pojawienie się dużej liczby mszyc na plantacjach rzepaku może spowodować, oprócz ogłodzenia roślin, rozpowszechnienie się infekcji wirusa żółtaczki rzepy (TuYV), ponieważ mszyce są jego wektorami. Gradacji ww. szkodników sprzyja stosunkowo długi i ciepły okres jesiennej wegetacji. Ponadto wprowadzenie w krajach UE zakazu stosowania i sprzedaży nasion zaprawionych środkami ochrony roślin zawierającymi substancje czynne z grupy neonikotynoidów spowodowało zaprzestanie powszechnego używania do zasiewu zaprawionych nasion. W konsekwencji młode rośliny nie były chronione przed szkodnikami, a liczebność ich populacji wzrosła. Generalnie przewiduje się także zwiększenie znaczenia szkodników wielożernych, dla których rośliny odmian pozbawionych substancji swoistych, m.in. glukozynolanów, będą atrakcyjne do żerowania.

W przypadku szkodników nadal konieczna będzie skuteczna i ekonomicznie uzasadniona ochrona przed ich żerowaniem. Ważne jest to, aby ich liczebność w razie pojawienia się zredukować do takiego poziomu, który nie będzie powodował nadmiernych strat w plonie. Ma to znaczenie również dlatego, że uszkodzenia roślin powodowane przez niektóre szkodniki, np. chowacze i pryszczarka, ułatwiają infekcję przez grzyby chorobotwórcze. Oprócz chemicznych zabiegów należy stosować inne metody i sposoby ograniczania ich szkodliwości, takie jak właściwy płodozmian, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych czy unikanie uproszczeń uprawowych.

RZEPAK OZIMY

Plenność oraz bardzo dobra jakość nasion są stałymi elementami ulepszania odmian w pracach hodowlanych, a także głównymi kryteriami uwzględnia-

nymi w ocenie nowych odmian. Duży plon nasion jest również podstawową przesłanką wyboru odmiany do uprawy przez producentów rzepaku. Cecha plenności jest warunkowana genetycznie, jednak duży wpływ mają na nią warunki siedliskowe (głównie gleba), czynniki agrotechniczne i warunki pogodowe. Wszystko to powoduje, niestety, dość dużą zmienność plonowania w różnych latach, a także rejonach kraju. Wytworzony przez roślinę rzepaku plon uwarunkowany jest wieloma innymi cechami odmianowymi, zwłaszcza wytrzymałością na warunki stresowe (np. niskie temperatury lub niedobór opadów) oraz odpornością na choroby. Przykładowo odmiana podatna na jakiegoś patogena w razie silnego porażenia będzie plonowała gorzej. Natomiast o dobrej jakości nasion odmian decyduje duża zawartość tłuszczu, a uwzględniając paszowe wykorzystanie rzepakowej śruty poekstrakcyjnej, ważne są także takie czynniki, jak wysoka zawartość białka oraz niska zawartość glukozynolanów i włókna.

Średni plon nasion odmian populacyjnych w doświadczeniach PDO w minionym pięcioleciu wyniósł 41,4 dt z ha, a odmian mieszańcowych 46,3 dt z ha (tab. 9). Największy plon zebrano w roku 2014, natomiast najmniejszy w niekorzystnym dla uprawy rzepaku (duży deficyt opadów) roku 2018. Większość odmian populacyjnych wytworzyła średni plon nasion, a nieliczne większy lub mniejszy. Lepiej plonowały odmiany mieszańcowe, a ich plon był przeważnie duży i bardzo duży (tab. 10). W poszczególnych latach, w badaniach porejestrowych, odmiany mieszańcowe plonowały przeciętnie o 10–16% powyżej odmian populacyjnych. Średnio plon nasion odmian mieszańcowych był większy o 12% od odmian populacyjnych. Odmiany różnią się także zawartością tłuszczu w nasionach. Cecha ta, obok plonu nasion, decyduje o wielkości plonu tłuszczu.

Tabela 9. Plon nasion odmian rzepaku ozimego badanych w doświadczeniach PDO w latach 2014–2018

Wyszczególnienie		**Średnia**	**Plon nasion [dt/ha]**				
			2018	**2017**	**2016**	**2015**	**2014**
Wszystkie badane odmiany		45,1	37,6	44,2	39,1	48,5	56,2
Odmiany populacyjne		41,4	33,4	40,2	35,6	45,0	52,7
Odmiany mieszańcowe		46,3	38,7	45,5	40,0	49,7	57,8
Różnica	[dt/ha]	5,0	5,3	5,3	4,4	4,7	5,1
	[%]	12,3	15,9	13,2	12,3	10,4	9,7

Tabela 10. Plon nasion odmian rzepaku ozimego wpisanych do Krajowego Rejestru (COBORU, doświadczenia PDO 2014–2018)

Plon nasion [dt/ha]					
Odmiany populacyjne					
>44,0		44,0–42,0		<42,0	
Birdy	Hevelius	Adriana	Monolit	Aixer	Metys
Derrick	Lohana	Bazalt	Pamela	Bellevue	Polka/HO
ES Fuego	Sherlock	Chrobry	Quartz	Bogart	
ES Valegro	SY Ilona	ES Scarlett	Sidney/HO	Brendy	
Galileus	SY Rokas	Harry	Vapiano	Chagall	
Gemini		Marcelo		DK Cadet	
Odmiany mieszańcowe					
>48,0		48,0–46,0		<46,0	
Absolut	Duke	Abakus	DK Exstorm	Alessio	SY Samoa
Advocat	Dynamic	Acapulco	DK Platinium/k.k.	Artoga	Thure/pk.
Albrecht	ES Cesario	Alasco/k.k.	Einstein	DK Impression CL	Tores
Alvaro KWS	ES Imperio	Amazon	ES Barocco	ES Kamillo	Trumpf
Ambassador	Hamilton	Anderson	Garou	Gladius	Vectra
Angelico	INV1165	Arango	Inspiration	Graf	Visby
Anniston	INV1188	Archimedes/k.k.	Kicker	Konkret	Xenon
Architect	Luciano KWS	Arsenal	Kuga	Marathon	
Arkansas	Prince	Atora	Marcopolos	Mentor/k.k.	
Artemis	Ragnar	Augusta/k.k.	Mercedes	Minerva	
Aspect	Riccardo KWS	Bonanza	Neon	NK Technic	
Astana	Roberto KWS	Claudio KWS	Panama	Oriolus	
Attraction	Sergio KWS	Copernicus	Popular	Poznaniak	
Aurelia	Smaragd	Crocodile/k.k.	PT248	Rohan	

Tabela 10. Plon nasion odmian rzepaku ozimego wpisanych do Krajowego Rejestru (COBORU, doświadczenia PDO 2014–2018) – cd.

Plon nasion [dt/ha]				
Odmiany mieszańcowe				
>48,0		48,0–46,0		<46,0
Chopin	Stefano KWS	DK Exalte	SY Cassidy	Rumba
DK Exotter	SY Florian	DK Exclusiv	SY Medal	Sherpa
DK Expansion	SY Florida	DK Exedo	SY Polana	SY Alibaba/k.k
DK Expiro	SY Iowa	DK Exporter	SY Saveo	SY Alister /k.k.
DK Expression	Tatiana	DK Exquisite	Taifun	SY Carlo
DK Extract	Tigris	DK Exsor		SY Kolumb
Dominator		DK Exssence		SY Marten

/k.k. – odmiana odporna/tolerancyjna na kiłę kapusty; /pk. – odmiana półkarłowa
/HO – odmiana o zwiększonej zawartości kwasu oleinowego i zmniejszonej zawartości kwasu linolowego

Ze względów rolniczych bardzo ważną cechą rzepaku ozimego jest jego zimotrwałość, a zwłaszcza wytrzymałość na mróz. W zimie wymarzanie stanowi główną przyczynę strat roślin. Ubytki roślin na polu mogą być spowodowane także przez inne niekorzystne zjawiska, takie jak wysmalanie i wymakanie, a niekiedy także wyprzenie. Ryzyko wymarznięcia uprawy w wieloleciu szacowane jest na około 15–20%. W przypadku dużych strat roślin i konieczności likwidacji uprawy, niestety to producent poniesie dodatkowe koszty związane z przesiewem wymarzłej plantacji. Odporność na wymarzanie jest warunkowana genetycznie i ma złożony sposób determinacji. W dużym stopniu zależy także od właściwego rozwoju roślin przed zimą. Powszechnie uważa się, że lepiej zimują rośliny dobrze rozwinięte, które wytworzyły 8–10 dużych liści rozetowych, a ich szyjka korzeniowa ma grubość około 10 mm. Tak wyrośnięte rośliny mają z reguły dobrze i głęboko rozwinięty system korzeniowy. Zarówno zbyt małe, jak i nadmiernie wyrośnięte rośliny jesienią stwarzają ryzyko gorszego przezimowania. Chcąc uzyskać właściwy rozwój roślin przed zimą, należy dążyć do zachowania optymalnego dla danego rejonu terminu siewu. Na lepszą zimotrwałość rzepaku można wpływać także przez prawidłowe i zbilansowane nawożenie upraw. Innym ważnym czynnikiem dobrego zimowania jest optymalna i równomierna obsada roślin na polu. Dla uprawianych obecnie odmian, w warunkach prawidłowej agrotechniki, wystarcza 30–40 roślin/m^2. Rośliny rzepaku nadmiernie zagęszczone mają skłonność

do wyrastania w górę (tzw. wybujałość) i jednocześnie wynoszenia szyjki korzeniowej oraz stożka wzrostu, które wówczas łatwiej przemarzają. Natomiast, gdy obsada na polu jest optymalna, a rośliny rosną w równych odstępach, wytwarzają dużą, zwartą i niską rozetę liści oraz mocny system korzeniowy. W pewnym zakresie rozwój roślin w okresie jesiennej wegetacji można regulować, stosując w odpowiednim terminie tzw. regulatory wzrostu, w tym zwłaszcza fungicydy mające właściwości regulatora wzrostu (z grupy chemicznej triazoli). W określonych warunkach, na przykład gdy obserwujemy presję porażenia rzepaku przez grzyby powodujące suchą zgniliznę kapustnych lub szarą pleśń oraz gdy zauważymy dużą dynamikę wzrostu roślin, warto zastosować w fazie 4–6 liści odpowiedni fungicyd, który jednocześnie będzie zwalczał choroby i regulował tempo wzrostu, nie dopuszczając do nadmiernego rozwoju roślin. Warunkiem lepszego zimowania roślin jest również ich dobre zahartowanie, które następuje stopniowo, wraz z sukcesywnie obniżającą się temperaturą. System korzeniowy jest w stanie przetrwać w glebie temperaturę do –8°C. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w skrajnych warunkach wystąpienia silnego mrozu, przy braku pokrywy śniegowej, gdy nastąpi przekroczenie granicy biologicznej wytrzymałości gatunku na niską temperaturę, wymarzają rośliny rzepaku ozimego niezależnie od uprawianej odmiany. Czynnikiem, który chroni rośliny przed przemarznięciem jest śnieg. Pokrywa śniegowa o grubości nawet kilku centymetrów dość skutecznie zabezpiecza rośliny przed następstwami działania niskiej temperatury. Zimą, a zwłaszcza na przedwiośniu może dochodzić także do rozrywania korzeni wskutek ruchów gleby ulegającej rozmarzaniu i zamarzaniu. W tym okresie rozhartowane już rośliny niekiedy ulegają uszkodzeniu w wyniku dużych różnic temperatury między dniem i nocą. Występujące dość często silne przymrozki wiosną mogą powodować pękanie łodygi, przemarzanie kwiatów, a także zawiązków łuszczyn.

W ostatnich latach silne wymarznięcia roślin rzepaku obserwowano w sezonach wegetacyjnych 2011/2012 i 2015/2016 (fot. 6). W okresie zimy, w niektórych rejonach kraju, wystąpiły niekorzystne warunki atmosferyczne z bardzo niską temperaturą powietrza przekraczającą –20–25°C, przy jednoczesnym braku pokrywy śnieżnej. Takie warunki spowodowały całkowite lub częściowe wymarznięcie roślin większości odmian. W doświadczeniach, w których straty roślin były średnie lub duże, a ponadto zróżnicowane odmianowo, uzyskane wyniki pozwoliły ocenić zimotrwałość badanych odmian. W sezonach wegetacyjnych 2012/2013, 2013/2014 i 2014/2015 okresy zimowe były stosunkowo łagodne, bez żadnego efektu wymarzania. Straty roślin odmian badanych w doświadczeniach PDO po zimie 2015/2016 wyniosły średnio 28%, a po zimie 2011/2012 – 45% (tab. 11). Podczas obu zim odmiany populacyjne wymarzły przeciętnie w nieco większym procencie niż odmiany mieszańcowe. Rośliny, które przetrwały skrajne warunki termiczne były osłabione, pozbawione liści rozetowych, w wielu przypadkach miały uszkodzony główny stożek wzrostu. Ich stan ogólny

Fot. 6. Zróżnicowanie przezimowania odmian rzepaku ozimego (fot. J. Broniarz)

oceniono na 5,7° w skali 9-stopniowej po zimie 2015/2016 i na 4,4° po zimie 2011/2012. W obu grupach odmian odnotowano duże różnice w przezimowaniu odmian, przy czym po zimie 2015/2016 nieco większe zróżnicowanie obserwowano wśród odmian mieszańcowych. Największa różnica w procencie wymarzłych roślin badanych odmian populacyjnych wyniosła 41%, natomiast odmian mieszańcowych – 51%. Tymczasem zimą 2011/2012 różnica wyniosła, odpowiednio, 57% i 53%. Straty roślin po zimie wśród najbardziej mrozoodpornych odmian wyniosły poniżej 20%, natomiast wśród mniej mrozoodpornych ponad 50%. Różnica w stanie roślin odmian, które przezimowały, wyniosła maksymalnie 2° (w skali 1–9). Z reguły u odmian, które były bardziej mrozoodporne stan roślin po zimie był zdecydowanie lepszy niż u tych odmian, które charakteryzowały się mniejszą mrozoodpornością. Ogólnie ujawnione różnice w mrozoodporności odmian rzepaku ozimego okazały się duże. Większość odmian wykazała się średnią mrozoodpornością. Natomiast dużą mrozoodpornością cechowały się następujące odmiany: Architect, Abakus, Adriana, Aixer, Anderson, Arango, Atora, Chrobry, DK Exotter, DK Exquisite, ES Barocco, Garou, INV1165, Kuga, Mercedes, Minerva, Monolit, Popular, Quartz i Rohan.

Tabela 11. Zróżnicowanie zimotrwałości odmian rzepaku ozimego w latach 2015/2016 i 2011/2012 (COBORU, doświadczenia PDO)

Wyszczególnienie	Straty roślin po zimie [% martwych roślin]*	Stan roślin po zimie [skala 9°]**	Straty roślin po zimie [% martwych roślin]*	Stan roślin po zimie [skala 9°]**
	2015/2016		2011/2012	
Średnia	28	5,7	45	4,4
Odmiany populacyjne:	29	5,5	47	4,3
• zakres	17–58	4,9–6,2	22–79	3,5–5,5
• różnica	41	1,3	57	2,0
Odmiany mieszańcowe:	28	5,7	44	4,4
• zakres	12–63	4,8–6,7	18–71	3,5–5,3
• różnica	51	1,9	53	1,8

*mniejsza wartość oznacza lepszą zimotrwałość;
** 9° – stan rolniczo najlepszy, 5° – stan rolniczo średni, 1° – stan rolniczo najgorszy

Oprócz stresu niskiej temperatury duże znaczenie w uprawie rzepaku mogą mieć warunki posuchy, zwłaszcza w krytycznych okresach rozwoju roślin. Zjawisko suszy jest szczególnie dotkliwe na glebach słabszych, na których niedobór opadów ujawnia się dość wcześnie. Na glebach zwięzłych, w dobrej kulturze, zawierających dużo próchnicy, skutki długotrwałego braku opadów są mniejsze. W okresie siewów dostatecznie uwilgotniona gleba zapewnia prawidłowe i równomierne wschody. W przypadku rzepaku jarego, wiosną warunki glebowo-wilgotnościowe do siewu są przeważnie dobre. Inaczej jest w sierpniu, kiedy przypada termin siewu rzepaku ozimego, a warunki niedoboru wilgoci zdarzają się dość często. Jeżeli w tym okresie gleba jest przesuszona i brakuje opadów, wschody są utrudnione, przeważnie nierównomierne i wieloetapowe. Bywa też tak, że ze względu na brak wschodów, na polu występują placowe braki roślin, które są później wtórnie zachwaszczane. Ogólnie dobre wschody zależą od warunków glebowo-wilgotnościowych i wartości siewnej nasion wysiewanej odmiany. Potrzeby wodne w okresie jesiennej wegetacji rzepaku ozimego są umiarkowane i zazwyczaj zaspakajane występującymi w tym okresie opadami. Natomiast **rośliny obu form rzepaku wykazują duże zapotrzebowanie na wodę w okresie kwitnienia i zawiązywania łuszczyn**. Długotrwały niedobór wilgoci w tych fazach skutkuje obniżeniem plonowania. Taką zależność można było zaobserwować w ostatnich latach.

Forma ozima rzepaku zajmuje pole zmianowania przez 11 miesięcy, z czego jedną trzecią tego okresu stanowi spoczynek zimowy. Przez większość tego

Tabela 12. Częstość występowania podstawowych chorób w rzepaku ozimym (% doświadczeń zebranych) [COBORU, doświadczenia PDO 2014–2018]

Choroba	Średnia	2018	2017	2016	2015	2014
Choroby podstawy łodygi [%]	38	33	31	52	35	38
Czerń krzyżowych [skala 9°]	44	37	50	35	43	55
Mączniak prawdziwy [skala 9°]	20	11	15	13	48	14
Mączniak rzekomy [skala 9°]	6	4	8	4	9	7
Sucha zgnilizna kapustnych [%]	15	7	12	17	27	14
Szara pleśń [skala 9°]	7	-	12	4	4	7
Zgnilizna twardzikowa [%]	56	26	77	52	61	66

okresu rośliny mogą być narażone na presję występujących licznie chorób i szkodników. Obserwacje porażenia odmian przez choroby w doświadczeniach polowych PDO wskazują, że w naszym kraju rośliny rzepaku ozimego najczęściej atakowane są przez patogeny powodujące zgniliznę twardzikową i czerń krzyżowych oraz choroby podstawy łodygi, w tym zwłaszcza suchą zgniliznę kapustnych (tab. 12). Coraz częściej zauważalne jest także porażenie roślin przez werticiliozę. W małej liczbie doświadczeń obserwowano porażenie roślin przez mączniaki i szarą pleśń. Częstotliwość występowania ww. chorób w dużym stopniu uzależniona jest od nasilenia uprawy rzepaku w rejonie. Duży udział w strukturze zasiewów oraz zbyt częste następstwo uprawy na tym samym polu sprzyjają rozpowszechnianiu się zwłaszcza suchej zgnilizny kapustnych oraz innych chorób podstawy łodygi, a ostatnio także kiły kapusty. Niektóre choroby – zgnilizna twardzikowa, czerń krzyżowych, szara pleśń, mączniak prawdziwy, a także cylindrosporioza, rozwijają się intensywniej w sprzyjających warunkach termiczno-wilgotnościowych.

Spośród zarejestrowanych odmian rzepaku ozimego można wyodrębnić takie, które w mniejszym stopniu są porażane przez patogeny suchej zgnilizny kapustnych, zgnilizny twardzikowej, chorób podstawy łodygi i czerni krzyżowych. Jakkolwiek wśród wpisanych do KR odmian większość stanowią odmiany wykazujące średnią odporność na porażenie przez najczęściej występujące choroby. Nowe odmiany przeważnie mają dobrą ogólną zdrowotność i najczęściej przejawiają podwyższoną odporność na co najmniej jednego sprawcę choroby. Cechy te nie są, niestety, trwałe, w związku z czym mogą ulec przełamaniu w wyniku np. silnej presji patogenu. Większa odporność odmian ma szczególne znaczenie w latach o dużym nasileniu występowania sprawców chorób. Z reguły odmiany takie porażane są w mniejszym stopniu i tym samym reagują mniejszą obniżką plonowania.

Tabela 13. Nasilenie występowania głównych chorób na odmianach rzepaku ozimego (średnia z lat 2014–2018) [COBORU, doświadczenia PDO]

Wyszczególnienie	Choroby podstawy łodygi	Sucha zgnilizna kapustnych	Zgnilizna twardzikowa	Czerń krzyżowych
	% roślin porażonych			porażenie w skali 9°
Średnia	15	8	12	7,3
Odmiany populacyjne:	14	8	12	7,3
• zakres	10–21	4–11	8–19	6,9–7,7
• różnica	11	7	11	0,8
Odmiany mieszańcowe:	15	8	12	7,3
• zakres	10–21	4–14	7–19	6,9–7,7
• różnica	11	10	12	0,8

Porażenie roślin odmian badanych w doświadczeniach PDO w latach 2014–2018 wynosiło średnio: 15% przez choroby podstawy łodygi, 8% – suchą zgniliznę kapustnych, 12% – zgniliznę twardzikową i 7,3° w skali 9-stopniowej w przypadku czerni krzyżowych (tab. 13). Na ogół odmiany populacyjne i mieszańcowe były prawie w równym stopniu porażane przez sprawców głównych chorób. Różnica w nasileniu porażenia odmian przez choroby podstawy łodygi wyniosła 11% w obu grupach odmian. Porażenie odmian suchą zgnilizną kapustnych było bardziej zróżnicowane w odmianach mieszańcowych i wynosiło skrajnie 10%, natomiast w odmianach populacyjnych jedynie 7%. W przypadku porażenia odmian zgnilizną twardzikową największa różnica porażenia w odmianach populacyjnych wyniosła 11%, a wśród odmian mieszańcowych – 12%. Zwykle w równym stopniu były porażane odmiany populacyjne i mieszańcowe przez czerń krzyżowych. Dzięki zaobserwowanym różnicom w porażeniu przez ważniejszych sprawców chorób można wybrać spośród odmian te, które są bardziej odporne.

Chorobą, która coraz bardziej się rozpowszechnia, zwłaszcza w rejonach intensywnej uprawy rzepaku, jest kiła kapusty. Wywołuje ją występujący w glebie patogen – pierwotniak *Plasmodiophora brassica*, który w sprzyjających warunkach może porażać różne gatunki uprawne z rodzaju *Brassica,* a także niektóre chwasty, m.in. gorczycę polną, tobołki polne i tasznika pospolitego. Straty w uprawie rzepaku spowodowane wystąpieniem kiły kapusty przeważnie są duże, a w skrajnych warunkach choroba może spowodować całkowitą utratę plonu. W przypadku tej choroby nie ma praktycznej możliwości chemicznego zwalczania patogena.

Podstawowym sposobem ograniczenia skutków wystąpienia choroby jest uprawa odmian o większej odporności na porażenie przez sprawcę kiły kapusty oraz odpowiednio długi okres przerwy w uprawie rzepaku (Korbas i wsp. 2009). Szczególnie ważna jest dostępność odmian odpornych na kiłę kapusty dla tych producentów rzepaku, u których choroba pojawiła się na polach, a ze względu na stosowane zmianowanie rzepak jest podstawową rośliną w płodozmianie. W ostatnich latach do KR zostało wpisanych osiem odmian rzepaku ozimego, wykazujących dużą odporność na specyficzne rasy kiły kapusty *P. brassicae* najczęściej występujące w Polsce, a mianowicie: **Alasco, Archimedes, Augusta, Crocodile, DK Platinium, Mentor, SY Alibaba i SY Alister.** W ofercie handlowej znajdują się także inne, zagraniczne odmiany ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA), które wykazują podwyższoną odporność na tę groźną chorobę (m.in. Andromeda, Aristoteles, Cracker, Crome, Croquet, DK Platon, DK Pliny, ES Cramberio, Mendelson, PT 235, PT 242, PT 284, SY Alix). Pierwszą odmianą rzepaku ozimego o zwiększonej odporności na kiłę kapusty była zarejesrtowana w roku 2001 mieszańcowa odmiana Mendel (NPZ, Niemcy). Warto wiedzieć, że potencjał plonowania takich odmian jest mniejszy od odmian nieodpornych, jakkolwiek nowe rejestrowane odmiany plonują już wyraźnie lepiej. W przypadku zainfekowania pól gospodarstwa zarodnikami sprawcy kiły kapusty, oprócz zaprzestania uprawy rzepaku, alternatywną możliwością jest uprawa odmian tolerancyjnych. Także wtedy konieczne jest przestrzeganie co najmniej czteroletniej przerwy w uprawie rzepaku na tym samym polu. Niezbędne jest także skuteczne zwalczenie chwastów kapustowatych (m.in. gorczycy polnej, rzodkwi świrzepy, tasznika pospolitego, tobołków polnych, stulichy psiej), które są także roślinami żywicielskimi dla *P. brassicae* i mogą powodować namnażanie tego patogenu (Korbas i wsp. 2009).

W ostatnich latach, w wielu ośrodkach hodowlanych, trwają intensywne poszukiwania źródeł odporności na różne choroby rzepaku. Z powodzeniem wprowadzane są m.in. do nowych odmian geny *Rlm9, Rlm7, Rlm3* oraz *Apr37*, determinujące zwiększoną odporność na określone patotypy sprawców suchej zgnilizny kapustnych. Tak zwana phoma, to jedna z najgroźniejszych chorób rzepaku na świecie, także w Polsce. Straty plonu przy dużym nasileniu tego patogenu mogą dochodzić nawet do 50%. Wyodrębniono dwa typy odporności na tę chorobę: odporność rasowo-specyficzną, tzw. pionową, warunkowaną przez pojedyncze geny, oraz odporność poligeniczną, czyli poziomą, warunkowaną przez wiele genów rasowo niespecyficznych. Efektywność tej ostatniej bywa dość zmienna, ale jest bardziej długotrwała. Ze względu na możliwość załamania się odporności wskutek zmian zachodzących w populacji patogenu, hodowcy dążą do wytworzenia odmian, które łączyłyby oba źródła odporności, tj. odporność specyficzną z pojedynczym genem i odporność poziomą niespecyficzną. Obecnie jedna czwarta wszystkich zarejestrowanych w naszym kraju odmian posiada specyficzny gen

odporności na suchą zgniliznę, w zdecydowanej większości jest to gen *Rlm7* (odmiany: Absolut, Acapulco, Advocat, Alvaro KWS, Amazon, Ambasador, Anderson, Archimedes, Arkansas, Artemis, Attraction, Augusta, Aurelia, Claudio KWS, DK Exalte, DK Expiro, DK Exporter, DK Exotter, DK Expansion, DK Expression, DK Exstorm, DK Exssence, DK Extract, Dominator, Duke, Dynamic, ES Barroco, ES Cesario, ES Imperio, INV1188, Kicker, Luciano KWS, Riccardo KWS, Roberto KWS, Sergio KWS, Stefano KWS, SY Florida, SY Iowa). Jednakże skuteczność takiej odporności w warunkach polowych jest przeważnie dość ograniczona.

W przypadku innych ważnych chorób rzepaku pochodzenia grzybowego (takich jak zgnilizna twardzikowa, werticilioza i czerń krzyżowych) trwają intensywne poszukiwania odpowiednich źródeł odporności na poszczególne patogeny. Zagrożenie powodowane przez te choroby uzasadnia podjęcie kompleksowych badań w celu otrzymania odmian z genetyczną odpornością. Zidentyfikowanie właściwych genów odporności, głównie w gatunkach pokrewnych, stwarza możliwość ich wprowadzenia za pomocą metod hodowlanych do nowych odmian. Tego typu odporności (monogeniczne), kontrolowane przez pojedyncze geny, niestety czasem już po kilku latach mogą być przełamywane przez patogena. Niemniej, w pracach hodowlanych prowadzi się stałą selekcję materiałów w zakresie odporności na główne choroby, wybierając te, które cechują się lepszą tzw. odpornością polową.

Od kilku lat w naszym kraju obserwowana jest dość częsta infekcja roślin rzepaku wirusem żółtaczki rzepy (ang. TuYV – *Turnip Yellows Virus*). Podobnie jest również w innych krajach Europy (Wielkiej Brytanii, Francji, Niemczech, Czechach, Słowacji), gdzie występowanie choroby się nasila. Wektorem przenoszącym wirusa są mszyce, głównie mszyca brzoskwiniowa (*Myzus persicae*). Mniejszą rolę w infekowaniu wirusem roślin rzepaku ma mszyca kapuściana (*Brevicoryne brassicae*). Masowy pojaw mszycy w okresie jesiennego wzrostu roślin rzepaku w ostatnich sezonach wegetacyjnych mógł być spowodowany stosunkowo wysoką temperaturą i długo trwającą wegetacją. Inną przyczyną był zapewne brak możliwości stosowania przez kilka lat zapraw zawierających insektycydy. Wirus żółtaczki rzepy ma szeroki zakres żywicieli i najczęściej występuje w regionach zwiększonej uprawy rzepaku, buraków, ziemniaków i warzyw, zwłaszcza kapustowatych. Symptomy porażenia roślin rzepaku niekiedy są podobne do tych spowodowanych niedoborem składników pokarmowych (zwłaszcza azotu i fosforu), także uszkodzeń mrozowych lub uszkodzenia korzeni przez śmietkę kapuścianą lub kiłę kapusty. Najczęściej na starszych liściach można zaobserwować fioletowoczerwone (antocyjanowe) przebarwienia, początkowo na brzegach, a z czasem obejmujące całą powierzchnię blaszki liściowej. Młode, zainfekowane rośliny mają też niekiedy pofałdowane liście. Później następuje także spowolnienie wzrostu i stopniowe karłowacenie roślin. Przy silnym porażeniu wirusem następuje zakłócenie przebiegu procesów fizjologicznych rośliny. Wszystko to powoduje

znaczące obniżenie plonowania oraz zmniejszenie zaolejenia nasion. Natomiast odmiany z genetycznie uwarunkowaną odpornością na wirusa żółtaczki rzepy, w warunkach dużej presji mszycy i tym samym zagrożenia infekcją, wytwarzają plon nasion większy i bardziej stabilny niż odmiany nieodporne. Szacuje się, że porażenie plantacji wirusem żółtaczki rzepy może spowodować redukcję plonu nasion o 10-40%. Ochrona upraw rzepaku przed tą chorobą wymaga skutecznego zwalczania mszycy, a to nie jest łatwe przy aktualnie dostępnych i zalecanych preparatach chemicznych. Innym, bardziej **efektywnym sposobem ograniczania skutków porażenia przez wirusa żółtaczki rzepy jest wyhodowanie i uprawa odmian tolerancyjnych na TuYV**. Takie prace prowadzone są w kilku zagranicznych ośrodkach hodowlanych. Pierwsze dwie tego typu odmiany zostały wpisane do KR w roku 2017, natomiast kilkanaście nowych odmian tolerancyjnych na wirusa żółtaczki rzepy zarejestrowano w kolejnych dwóch latach. Wiele innych odmian znajduje się jeszcze w badaniach rejestrowych. Aktualnie do KR wpisane są następujące odmiany o deklarowanej odporności na TuYV: Absolut, Advocat, Albrecht, Ambassador, Angelico, Anniston, Architect, Artemis, Aspect, Astana, Attraction, Aurelia, Chopin, Dominator, Duke, Dynamic, Prince, Ragnar, Smaragd.

Odmiany rzepaku ozimego różnią się wysokością roślin. Różnica między roślinami najniższej i najwyższej odmiany wynosi średnio 23 cm. Natomiast rośliny odmian półkarłowych są niższe od odmian o normalnym wzroście przeciętnie o 20 cm. Rośliny rzepaku uginają się w łanie pod wpływem ciężaru nasion wypełniających łuszczyny. W przypadku zaistnienia dodatkowych czynników, zwłaszcza atmosferycznych, takich jak silny wiatr lub intensywny opad deszczu, dochodzi do wylegania roślin. Zjawisko wylegania może być potęgowane wskutek np. silnego porażenia roślin przez patogeny powodujące suchą zgniliznę kapustnych lub zgniliznę twardzikową albo dużym uszkodzeniem łodyg przez chowacze. Silne wylegnięcie roślin rzepaku może spowodować znaczne straty nasion, głównie podczas zbioru. Zwykle różnice w wyleganiu odmian są zauważalne. Do odmian, których rośliny są mniej podatne na wyleganie, należą: Abakus, Aixer, Albrecht, Astana, Einstein, Hamilton, Kuga, Marathon, Mentor, Popular, Quartz, Rumba, SY Marten, SY Rokas, Thure, Vapiano, Xenon.

Odnośnie terminu zakwitania i dojrzałości technologicznej różnice między odmianami wynoszą skrajnie 4–5 dni. Większość odmian wpisanych do KR cechuje się średnim terminem dojrzewania. Wcześniejszym wyróżniają się odmiany: Alessio, Anniston, Arsenal, ES Alegria, ES Cesario, Hevelius, Rohan, Sherlock i Starter SY Florida, natomiast późniejszym odmiany: Birdy, Bogart, Bojan, Bonanza, DK Exor, DK Exquisite i ES Valegro. Wczesność odmian, zwłaszcza termin dojrzewania, warto uwzględnić w tych gospodarstwach, w których uprawia się rzepak na dużej powierzchni. Wówczas wysiew odmian o różnym terminie dojrzewania pozwala zebrać plon nasion w dłuższym okresie i optymalnej fazie dojrzałości.

Niektóre zagraniczne firmy hodowlano-nasienne oferują do uprawy odmiany półkarłowe rzepaku ozimego. Są to odmiany mieszańcowe (ang. semidwarf hybrid) zawierające gen warunkujący niższą wysokość roślin. Informacje o tych odmianach wskazują na wiele pozytywnych właściwości. Do najważniejszych należą: niskie osadzenie szyjki korzeniowej i pąka wierzchołkowego rozety liściowej w okresie jesiennej wegetacji ułatwiające przezimowanie; inny pokrój roślin, w którym pęd główny jest skrócony, natomiast pędy boczne są nisko osadzone, dobrze rozrośnięte i mają duży udział w plonie; bardziej równomierne kwitnienie i dojrzewanie łanu roślin, co ułatwia zbiór i obniża jego koszty. Odmiany półkarłowe wytwarzają o około 25% mniejszą biomasę, a to pozwala także na mniejsze zużycie nawozów, przede wszystkim azotowych. Poza tym, podczas wykonywania zabiegów ochronnych w łanie, mniejsza wysokość roślin powoduje, że straty związane z przejazdami są mniejsze. Ciągle jednak potencjał plonotwórczy tych odmian jest mniejszy od odmian mieszańcowych o normalnym wzroście. Odmiany półkarłowe mogą znaleźć uznanie w systemie integrowanej ochrony, ponieważ nie wymagają stosowania regulatorów wzrostu, a ogólne koszty uprawy tych odmian mogą być mniejsze od ponoszonych w uprawie odmian tradycyjnych. W roku 2015 do KR została wpisana pierwsza odmiana półkarłowa Thure, a kilka innych znajduje się w badaniach rejestracyjnych. W naszym kraju oferowane są do uprawy również inne odmiany półkarłowe pochodzące z katalogu wspólnotowego – CCA (m.in. Allberich KWS, DK Seax, DK Sequel, PR44D06, PX113, PX126 i PX128).

Wielu hodowców odmian dostrzega także potrzebę zwiększenia odporności na pękanie łuszczyn i osypywanie się nasion. Ta naturalna właściwość roślin rzepaku może powodować częściową utratę plonu (szacuje się, że średnio strata wynosi 10%), zwłaszcza przy opóźnionym zbiorze. W przypadku niekorzystnych warunków pogodowych, np. silnych wiatrów albo opadów gradu, straty nasion mogą być zwielokrotnione. Część osypanych nasion zalega w glebie, powodując zachwaszczenie samosiewami. Od kilku lat udaje się efektywnie zmniejszyć podatność niektórych odmian na pękanie łuszczyn, zwłaszcza przez wykorzystanie genów rzodkwi warunkujących odporność na pękanie oraz prowadzenie selekcji materiałów hodowlanych odnośnie tej cechy. Dzięki temu wydłuża się okres możliwego zbioru, minimalizuje straty plonu na skutek działania niekorzystnych zjawisk pogodowych i w rezultacie poprawia się wielkość oraz stabilność plonowania odmian. W większości nowych odmian wpisywanych do KR w ostatnich latach cecha ta jest wyraźnie poprawiona. Różnice odmianowe w odporności na pękanie łuszczyn są zauważalne, zwłaszcza w przypadku opóźnienia zbioru nasion. Efekty zwiększonej odporności na osypywanie się nasion można dostrzec zwłaszcza w przypadku wydłużającego się okresu żniwnego lub w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych (np. wystąpienia silnych wiatrów połączonych z ulewnym deszczem, również umiarkowanym gradobiciem). A takie zjawiska atmosferyczne zdarzają się coraz częściej.

Od kilku lat możliwa jest w Polsce uprawa rzepaku w tzw. technologii „Clearfield" (CL). Wspomniana technologia polega na zastosowaniu w uprawie dwóch produktów:

– herbicydu zawierającego określone substancje czynne (Cleravis 492,5 SC, Cleravo 285 SC, Cleversa 285 SC);
– odmiany mieszańcowej cechującej się odpornością (tolerancją) na imazamoks – jedną z substancji czynnych herbicydu.

Odmiany wyhodowane z przeznaczeniem do uprawy w tej technologii oznaczone są dodatkowo literami „CL".

Twórcy technologii (firma BASF oraz zagraniczne firmy hodowlane) wskazują na wiele pozytywnych aspektów nowego systemu, a zwłaszcza na:

- skuteczne zwalczanie chwastów w rzepaku, w tym również tak trudnych do wytępienia, jak: tasznik pospolity, tobołki polne, fiołek polny, stulicha psia, przytulia czepna;
- łatwiejsze zwalczanie samosiewów odmian konwencjonalnych rzepaku oraz innych chwastów z rodziny roślin kapustowatych (Brassicaceae) wrażliwych na składniki herbicydu;
- połączenie działania nalistnego i doglebowego;
- długi okres aplikacji herbicydu (nawet 4–5 tygodni), który może być stosowany w różnych terminach i w dłuższym okresie.

Mniej jest natomiast szczegółowych informacji na temat ewentualnych zagrożeń, jakie może stwarzać stosowanie tej technologii w uprawie rzepaku i o jej wpływie na środowisko.

Najistotniejszym problemem, który może się pojawić w przyszłości, jest kompensacja zachwaszczenia pól samosiewami odmian rzepaku CL. W uprawie rzepaku, z reguły przed zbiorem i w trakcie zbioru, następuje częściowe osypywanie się nasion, a to stwarza ryzyko stosunkowo dużego zachwaszczenia roślin uprawianych po rzepaku. Ze względu na żywotność nasion w glebie, „chwasty" roślin rzepaku wyrastają na polu w kolejnych latach.

Substancje czynne, takie jak imazamoks, należące do grupy imidazolinonów (grupa B – inhibitory enzymu ALS, w tym substancje pochodzenia sulfonylomocznikowego), są dość powszechnie stosowane w herbicydach używanych między innymi do zwalczania chwastów w zbożach lub buraku cukrowym – w gatunkach, które są często w płodozmianie roślinami następczymi po rzepaku. Zastosowanie w uprawie odmian rzepaku typu „Clearfield" spowoduje konieczność wyłączenia lub ograniczenia użycia przez rolników herbicydów z tej grupy substancji czynnych. Trudne może to być zwłaszcza w uprawie buraka cukrowego (bardzo mała liczba herbicydów zalecanych do zwalczania samosiewów rzepaku).

Stosowanie technologii „Clearfield" w uprawie rzepaku będzie wymagało bez wątpienia dużej wiedzy oraz konsekwencji w podejmowanych działaniach przez rolników i producentów rzepaku. Konieczne będzie wskazanie rolnikom możliwości zwalczania (w tym chemicznego) samosiewów roślin odmian „CL" w stosowanym zmianowaniu. W przypadku upowszechnienia się uprawy rzepaku w technologii „Clearfield" w produkcji uprawiane będą odmiany tradycyjne oraz odmiany tolerancyjne na imazamoks, a to spowoduje, iż rzepak sam dla siebie może być również chwastem.

Niemniej w przypadku dużego nagromadzenia w glebie nasion rzepaku odmian konwencjonalnych, zastosowanie tej technologii (odmiana CL + herbicyd Cleravis 492,5 SC + adiuwant Dash HC) pozwoli wyeliminować na plantacji rzepaku zarówno zachwaszczenie, jak też samosiewy zbóż i samosiewy tradycyjnych odmian rzepaku. Dzięki temu będzie można uzyskać także optymalną obsadę roślin na polu.

Większość odmian rzepaku ozimego oferowanych do uprawy w technologii „Clearfield" pochodzi ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) – m.in. Conrad CL, DK Implement CL, Edimax CL, ES Aquarel CL, ES Decibel CL, Himalaya CL, Phoenix CL, PX125 CL, PT228 CL, PT240CL i PT279 CL, natomiast jedna wpisana jest do Krajowego Rejestru – DK Impression CL.

Możliwe, że w przyszłości uprawa tego typu odmian oraz odmian tradycyjnych będzie wymagała stosowania zasad koegzystencji. Konieczne wydaje się

Fot. 7. Odmiany rzepaku ozimego w fazie rozety (doświadczenia COBORU) (fot. J. Broniarz)

Fot. 8. Rośliny rzepaku ozimego w fazie pąkowania (doświadczenia COBORU) (fot. J. Broniarz)

Fot. 9. Faza kwitnienia dwóch różnych odmian rzepaku ozimego (doświadczenia COBORU) (fot. J. Broniarz)

Fot. 10. Dojrzewający rzepak ozimy na poletkach doświadczalnych (fot. J. Broniarz)

przygotowanie, a następnie wdrożenie i przestrzeganie odpowiednio dobranych systemów uprawy i ochrony. Warto mieć na względzie to, że rzepak jest rośliną o dużym ryzyku niekontrolowanego przepływu genów przez ziarna pyłku i nasiona. Wszystkie te uwarunkowania powodują, że tego typu technologia uprawy rzepaku powinna być stosowana przez odpowiednio przygotowanych plantatorów rzepaku, którzy będą wszechstronnie informowani zarówno o korzyściach, jak i zagrożeniach związanych z jej stosowaniem.

Rzepak jary

Plon nasion odmian populacyjnych w latach 2014–2018 wyniósł średnio 24,5 dt z ha, a odmian mieszańcowych 26,6 dt z ha. Przeciętnie odmiany mieszańcowe plonowały o 8% wyżej od odmian populacyjnych (tab. 14 i 15).

W przypadku rzepaku jarego, w doświadczeniach PDO, dość powszechnie obserwowano porażenie roślin przez sprawców czerni krzyżowych i mączniaka

Tabela 14. Plon nasion odmian rzepaku jarego badanych w doświadczeniach PDO w latach 2014–2018

Wyszczególnienie		**Plon nasion [dt/ha]**					
		średnia	**2018**	**2017**	**2016**	**2015**	**2014**
Wszystkie badane odmiany		25,7	22,4	24,8	24,4	28,7	28,0
Odmiany populacyjne		24,5	21,6	24,3	22,8	27,5	26,3
Odmiany mieszańcowe		26,6	22,9	25,2	25,7	29,7	29,3
Różnica	[dt/ha]	2,1	1,3	0,9	2,9	2,2	3,0
	[%]	8,4	6,0	3,7	12,7	8,0	11,4

Tabela 15. Plon nasion odmian rzepaku jarego wpisanych do Krajowego Rrejestru (COBORU, doświadczenia PDO 2014–2018)

Plon nasion [dt/ha]		
Odmiany populacyjne		
>27,0	27,0–26,0	<26,0
Agra Bruno Goliat Karo Lennon Libero Markus Turner	Fenja Heros Proximo Tamarin	Bios Feliks Huzar Markiz
Odmiany mieszańcowe		
>28,0	28,0–27,0	<27,0
Dodger Lagonda Lancia Lexus Lumen	Belinda Delight Kaliber Legolas Menthal	Jura

Tabela 16. Częstość występowania podstawowych chorób w rzepaku jarym w latach 2014–2018 (% doświadczeń zebranych) [COBORU, doświadczenia PDO 2014–2018]

Choroba	Średnia	2018	2017	2016	2015	2014
Choroby podstawy łodygi [%]	12	17	10	10	10	12
Czerń krzyżowych [skala 9°]	45	25	60	60	40	42
Mączniak prawdziwy [skala 9°]	32	33	30	30	40	25
Mączniak rzekomy [skala 9°]	11	8	10	10	10	16
Sucha zgnilizna kapustnych [%]	10	0	10	10	20	8
Zgnilizna twardzikowa [%]	22	17	20	20	30	25

Tabela 17. Porażenie odmian rzepaku jarego przez główne choroby w latach 2014–2018 [COBORU, doświadczenia PDO]

Wyszczególnienie	Choroby podstawy łodygi	Zgnilizna twardzikowa	Czerń krzyżowych	Mączniak prawdziwy
	% roślin porażonych		porażenie w skali 9°	
Średnia	10	9	7,2	6,4
Odmiany populacyjne:	12	10	7,2	6,3
• zakres	8–17	7–13	6,9–7,6	5,8–6,4
• różnica	9	6	0,7	0,6
Odmiany mieszańcowe:	9	8	7,3	6,4
• zakres	9–15	5–10	6,9–7,5	6,0–6,5
• różnica	6	5	0,6	0,5

prawdziwego oraz zgnilizny twardzikowej, rzadziej przez patogeny powodujące choroby podstawy łodygi i mączniaka rzekomego (tab. 16 i 17). Średnio porażenie przez patogeny roślin odmian badanych w doświadczeniach PDO w pięcioleciu (2014–2018) wyniosło 10% w przypadku chorób podstawy łodygi, 9% przez zgniliznę twardzikową oraz 7,2° w skali 9-stopniowej przez czerń krzyżowych i 6,4° w przypadku mączniaka prawdziwego (tab. 17). Odmiany populacyjne były przeciętnie w nieco większym stopniu porażane przez najczęściej występujące choroby niż odmiany mieszańcowe. Występowanie na odmianach chorób podstawy łodygi było bardziej zróżnicowane w odmianach populacyjnych i wynosiło maksymalnie 9%, natomiast w odmianach mieszańcowych – 6%. Różnica w nasileniu porażenia odmian przez zgniliznę twardzikową była podobna w obu grupach

odmian i wyniosła 5–6%. Największa różnica porażenia przez sprawców czerni krzyżowych i mączniaka prawdziwego wśród odmian populacyjnych wyniosła, odpowiednio, 0,7° i 0,6° w skali 9-stopniowej, natomiast w odmianach mieszańcowych była mniejsza i maksymalnie wyniosła 0,6° dla czerni krzyżowych oraz 0,5° dla mączniaka prawdziwego.

Odmiany wykazujące większą odporność na porażenie przez:
- **zgniliznę twardzikową:** Agra, Dodger, Kaliber, Lexus,
- **czerń krzyżowych:** Belinda, Delight, Goliat, Lexus, Libero, Lumen.

W doświadczeniach polowych zaobserwowano, że rośliny rzepaku jarego wylegały częściej niż rzepaku ozimego, przy czym nasilenie zjawiska było większe. Wynika to między innymi stąd, że łodygi formy jarej mają mniejszą średnicę i są bardziej wiotkie. Zróżnicowanie wylegania roślin w odmianach było dość duże; niektóre z nich (Lagonda, Lancia, Legolas, Turner) przejawiały mniejszą podatność na wyleganie. Maksymalna różnica pomiędzy roślinami najniższej i najwyższej odmiany wyniosła średnio 12 cm. Nie zawsze odmiany, których rośliny były wyższe, bardziej wylegały.

Różnica w terminie zakwitania odmian wynosiła maksymalnie 5 dni, a dojrzewania maksymalnie 3 dni. Nieco wcześniej zakwitają i dojrzewają rośliny odmian Belinda, Delight i Proximo, zaś później – odmiany Kaliber i Legolas.

7. MATERIAŁ SIEWNY I SIEW RZEPAKU

7.1. Materiał siewny

Materiał siewny jest podstawowym i niczym niedającym się zastąpić środkiem produkcji. Nasiona o dużej sile kiełkowania i wigorze mają decydujące znaczenie dla prawidłowego rozwoju siewek rzepaku, gdyż w czasie wschodów odżywiają się one tylko substancjami zapasowymi zawartymi w nasionach. Nie bez znaczenia zatem jest masa nasion i ich wypełnienie.

Wartość produkcyjna materiału siewnego

Wartość produkcyjna materiału siewnego zależy głównie od jakości nasion, na którą składają się właściwości genetyczne, biologiczne i fizykochemiczne. Właściwości genetyczne dotyczą cech świadczących o tożsamości i czystości odmianowej, takich jak: plenność, wczesność dojrzewania, skład chemiczny determinujący przynależność do określonych typów użytkowych rzepaku, odporność na choroby i szkodniki, podatność na wyleganie oraz odporność na pękanie łuszczyn i osypywanie się nasion. Właściwości biologiczne dotyczą żywotności (zdolności i energii kiełkowania) i wieku oraz zdrowotności nasion. Materiał siewny o dużej żywotności ma decydujące znaczenie podczas kiełkowania, gdyż kolejne jego fazy, czyli rozwój embrionalny nowej rośliny, przebiegają w tkankach nasienia w warunkach odpowiedniej wilgotności, właściwej temperatury i odpowiedniego zaopatrzenia w tlen. Dzięki temu wschody są wyrównane, a obsada roślin na jednostce powierzchni optymalna. Właściwości fizykochemiczne dotyczą cech morfologicznych (kształtu, barwy, połysku), budowy anatomicznej, składu mineralnego, a ponadto zapachu, gęstości i masy.

Uwarunkowania prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin rzepaku

W celu ograniczenia w łanie liczby słabych roślin rzepaku, nasiona kwalifikowane powinny być: dorodne wyrównane, pozbawione zanieczyszczeń (czystość powyżej 98%), wolne od patogenów, o wysokiej zdolności kiełkowania (powyżej 85%). Dobrej jakości **materiał siewny** rzepaku ozimego stanowi podstawę uzyskania szybkich i wyrównanych wschodów (fot. 11).

Rośliny wyrosłe ze zdrowych, dorodnych nasion mają większe zdolności konkurencyjne w stosunku do chwastów, trudniej ulegają porażeniu przez niektóre choroby i charakteryzują się większą przeżywalnością. Rzepak jest rośliną samo- i obcopylną, dlatego w jego zapylaniu mogą brać udział inne rośliny tego gatunku o niekorzystnych cechach użytkowych (Bartkowiak-Broda i wsp. 2008).

Fot. 11. Jakość materiału siewnego stanowi podstawę uzyskania wyrównanych wschodów (fot. T. Wałkowski)

W uprawie rzepaku z przeznaczeniem nasion jako surowca dla przemysłu tłuszczowego, wymogiem technologicznym jest stosowanie do obsiewu plantacji produkcyjnych nasion kwalifikowanych. Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego umożliwia wysiew optymalnej, zalecanej liczby nasion kiełkujących na jednostce powierzchni pola, co zapewnia:

- prawidłowe kształtowanie się pokroju roślin w kolejnych fazach rozwojowych rzepaku;
- duże prawdopodobieństwo dobrego przezimowania;
- mniejsze porażenie roślin przez grzyby chorobotwórcze;
- równomierność zakwitania roślin w łanie i dojrzewania nasion;

- mniejsze straty nasion podczas zbioru;
- oszczędności w kosztach bezpośrednich produkcji z tytułu mniejszej ilości wysiewu;

(dotyczy to plantacji rzepakowych prawidłowo pielęgnowanych i chronionych przed zachwaszczeniem).

Warunkiem uzyskania zadowalających plonów z plantacji produkcyjnych jest stosowanie do siewu doborowego materiału siewnego. Tylko jakościowo doskonałe i przynależne do odmiany dostosowanej do określonych warunków uprawy nasiona mogą wydać silne i plenne rośliny rzepaku.

Kwalifikowany materiał siewny

Najniższym stopniem kwalifikacji obowiązującym dla materiału siewnego rzepaku jest materiał kwalifikowany pierwszego rozmnożenia (C_1). Nasiona takie muszą spełniać odpowiednie wymagania, które dotyczą właściwości: genetycznych (zawartości substancji antyżywieniowych, tj. kwasu erukowego i glukozynolanów) (tab. 18), biologicznych (zdolności, energii kiełkowania i zdrowotności) oraz fizyko-mechanicznych (wilgotności i zawartości zanieczyszczeń).

Tabela 18. Dopuszczalna zawartość kwasu erukowego i glukozynolanów w materiale siewnym rzepaku podwójnie ulepszonego w zależności od stopnia kwalifikacji

Stopień kwalifikacji*	**Dopuszczalne zawartości**	
	kwasu erukowego w oleju [%]	**sumy glukozynolanów w nasionach [μM/g]**
Materiał elitarny (nasiona bazowe – B, Rb*)	0,5	13
Materiał kwalifikowany (nasiona kwalifikowane pierwszego rozmnożenia – C_1, F_1*)	1,0	15

*oznaczenie dla odmian mieszańcowych

Materiał elitarny form rodzicielskich, zarówno odmian populacyjnych, jak i mieszańcowych rzepaku, powinien spełniać wymagania dla materiału bazowego (B i Rb), a materiał siewny kwalifikowany odmian populacyjnych i mieszańcowych powinien spełniać wymagania dla materiału kwalifikowanego pierwszego rozmnożenia (C_1 i F_1). W celu ograniczenia występowania w łanie słabych roślin rzepaku nasiona kwalifikowane powinny być: dorodne, wyrównane, pozbawione zanieczyszczeń (czystość 99,7%), wolne od patogenów, o wysokiej zdolności kiełkowania (powyżej 85%) oraz powinny być zaprawione chemicznie. W masie zanieczyszczeń dopuszczalna liczba nasion rzodkwi świrzepy i gorczycy polnej może wynosić po 100 sztuk oraz do 50 sztuk nasion przytulii czepnej. Natomiast

liczba sklerocjów nie może być większa niż 100 sztuk w 1 kg nasion (www.piorin.gov.pl). Stosując do siewu kwalifikowany materiał siewny o dużej żywotności pojedynczych nasion, można do pewnego stopnia uniezależnić się od niekorzystnych warunków panujących w wierzchniej warstwie gleby. Ma to decydujące znaczenie podczas kiełkowania nasion, gdyż rozwój embrionalny nowej rośliny przebiega w tkankach nasienia, w warunkach odpowiedniej wilgotności, właściwej temperatury i odpowiedniego zaopatrzenia w tlen. Tylko nasiona jakościowo doskonałe i przynależne do odmiany dostosowanej do określonych warunków uprawy mogą wydać silne i plenne rośliny. W odniesieniu do rzepaku używanie do siewu kwalifikowanego materiału siewnego umożliwia:

- precyzyjny wysiew określonej liczby nasion na jednostce powierzchni pola;
- prawidłowe, równomierne kiełkowanie;
- odpowiednio szybkie i wyrównane wschody;
- pożądaną, optymalną obsadę roślin na 1 m^2;
- wykształcenie zdrowych, dorodnych, pojedynczych rozet, zdolnych szybciej zagłuszyć chwasty w jesiennym poroście plantacji;
- lepsze przezimowanie;
- równomierne zakwitanie i dojrzewanie łanu;
- łatwiejsze koszenie łodyg o wyrównanej średniej ich grubości i łatwy zbiór nasion przy minimalnych stratach;
- zbiór nasion o wyznaczonych parametrach jakościowych, z dużym marginesem bezpieczeństwa dla nasion przemysłowych.

W miarę zwiększania powierzchni plantacji, na których stosuje się rozrzedzone siewy, wzrasta znaczenie jakości materiału siewnego, dzięki któremu uzyskuje się lepsze wschody polowe i oczekiwane zagęszczenie roślin (Baranyk 1995; Mińkowski i Krygier 1998; Ladek i Wałkowski 2000; Wałkowski 2012). Materiał siewny o obniżonej zdolności i energii kiełkowania nie daje pewności, że z takich nasion wyrosną silne rośliny, natomiast nasiona pochodzące ze słabych i niedożywionych roślin odbiegają składem chemicznym w odniesieniu do podstawowych mineralnych składników pokarmowych. Takich nasion zwykle trzeba wysiewać więcej , uzyskując nierówne wschody. Zwykle słabsze i rosnące w niekontrolowanym zagęszczeniu młode rośliny rzepaku są bardziej wrażliwe na przymrozki i wymarzanie przy znacznych spadkach ujemnych temperatur; szybciej też podlegają zainfekowaniu grzybami chorobotwórczymi. Sprawcami wielu groźnych chorób rzepaku mogą być grzyby obecne na nasionach rzepaku i powodujące zgorzel siewek (*Alternaria* spp., *Phoma lingam*), suchą zgniliznę kapustnych (*Leptosphaeria* spp.), czerń krzyżowych (*Alternaria* spp.), cylindrosporiozę (*Cylindrosporium concentricum*). Stosowanie do siewu nasion niewiadomego pochodzenia, niespełniających norm jakościowych może spowodować wyprodukowanie surowca bezwartościowego dla przemysłu tłuszczowego, ponadto stwarza niebezpieczeństwo wysiewu niepożądanych nasion innych

gatunków roślin z rodziny kapustowatych. Coroczna odnowa materiału siewnego rzepaku w produkcji nasion dla przemysłu tłuszczowego jest wymogiem technologicznym. Nasiona kwalifikowane sprzedawane są coraz częściej jako jednostki siewne (JS). Jednostka siewna oznacza partię konfekcjonowanego materiału siewnego, zawierającą 1,5 mln nasion kiełkujących odmian mieszańcowych lub 2,1 mln nasion kiełkujących odmian populacyjnych, przygotowane do obsiewu pola o powierzchni 3 ha. Koszty obsiewu powierzchni 1 ha pola wynoszą od 180 do 350 PLN, w zależności od odmiany i zastosowanej zaprawy nasiennej. Pomimo że w stosunku do zakontraktowanej powierzchni plantatorzy są zobowiązani obsiewać pola kwalifikowanym materiałem, to jednak część plantacji obsiewana jest materiałem własnym. Szacuje się, że takie plantacje stanowią 10–20% ogólnej powierzchni obsianej rzepakiem (Wałkowski 2012). Chemiczne zaprawianie materiału siewnego daje określoną gwarancję, że nasiona rzepaku wolne od patogenów w pełni skiełkują, a młode i zdrowe siewki będą szybko wzrastać i dobrze się rozwijać.

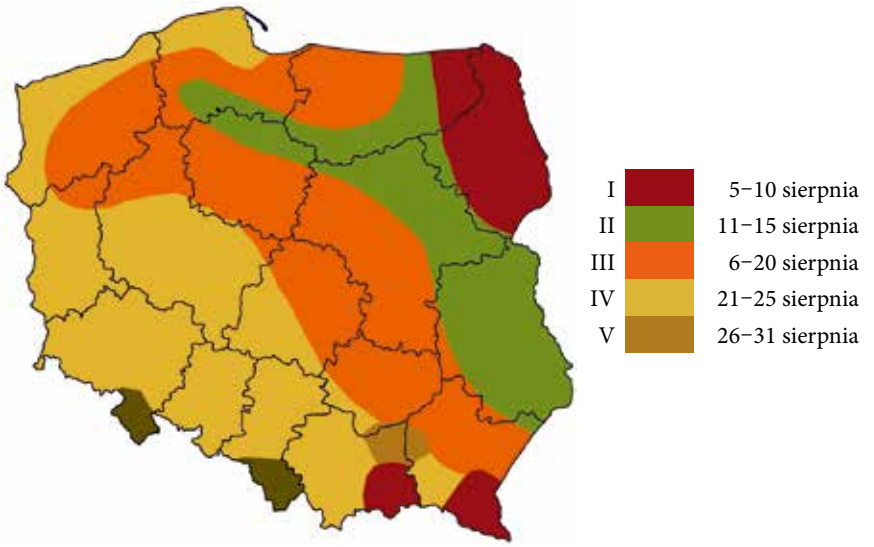
Od 1 grudnia 2013 roku Unia Europejska wprowadziła zakaz stosowania zapraw nasiennych z grupy insektycydów należących do neonikotynoidów i chloronikotynoli, które zawierają substancje czynne (chlotianidynę, imidachlopryd i tiachlopryd) przeciwko szkodnikom w rzepaku, ze względu na podejrzenie o negatywne oddziaływanie na pszczoły i inne owady zapylające. W zamian konieczne jest kilkakrotne opryskiwanie nalistne roślin środkami owadobójczymi, co zwiększa koszty jesiennej ochrony i jest niezgodne z założeniami integrowanej ochrony roślin.

7.2. Siew rzepaku ozimego

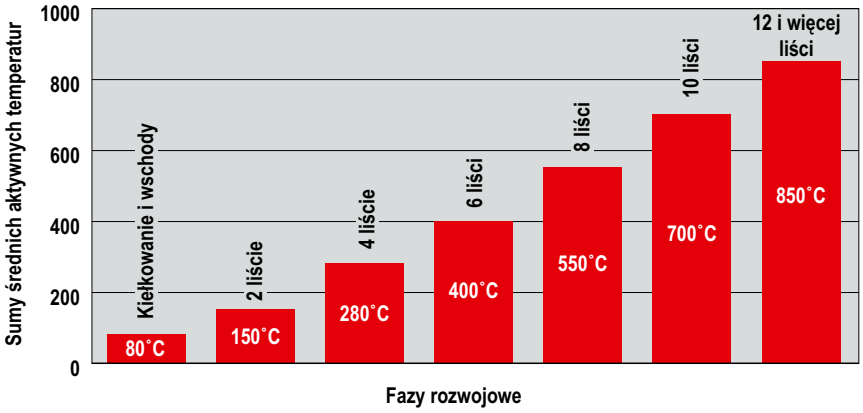
Termin siewu

Spośród ozimych roślin rolniczych, rzepak wymaga siewu w najwcześniejszym terminie. Układ warunków klimatycznych w naszym kraju jest zróżnicowany i dlatego optymalne terminy siewu rzepaku ozimego są różne w zależności od rejonu jego uprawy (Dembiński 1983). Jednocześnie gatunek ten charakteryzuje się bardzo krótkim, bo zaledwie kilkudniowym przedziałem czasowym racjonalnego siewu. Na mapce przedstawiono orientacyjne granice rejonów z określeniem dla nich optymalnych agrotechnicznych terminów siewu rzepaku ozimego (rys. 2).

Siew rzepaku w terminie optymalnym ma duży wpływ na prawidłowy rozwój roślin przed zimą, dobre przezimowanie i prawidłowy wzrost w okresie wiosenno-letnim. Rozwój roślin rzepaku przed zimą zależy od wartości i rozkładu sumy aktywnych dobowych temperatur, niezbędnej roślinom dla uformowania silnej rozety o dobrze wykształconych 8–10 liściach (fot. 12), która jest zdolna do wytworzenia dużej ilości zawiązków pędów bocznych oraz grubego korzenia palowego przerastającego warstwę orną gleby (rys. 3). W przeciętnych warunkach klimatycznych Polski rzepak ozimy w omawianym okresie potrzebuje od 75 do 80 dni wegetacji z temperaturą minimalną powyżej 5°C (Muśnicki 2005; Budzyński i wsp. 2009).



Rys. 2. Agrotechniczne terminy siewu rzepaku ozimego dla poszczególnych rejonów Polski



Rys. 3. Spodziewane fazy rozwojowe roślin rzepaku ozimego w zależności od narastającej sumy średnich dobowych temperatur

Suma średnich temperatur dni w schyłkowym okresie lata i całej jesieni, wynosząca około 600–700°C, determinuje reakcję termiczno-świetlną roślin rzepaku ozimego, w efekcie której w pierwszej połowie listopada następuje przejście od tworzenia liści do tworzenia zawiązków pędów bocznych. Gdy rzepak ozimy jest zasiany zbyt wcześnie, rośliny mogą jesienią „wybujać",

Fot. 12. Silna rozeta rzepaku uformowana przed zimą (fot. T. Wałkowski)

Fot. 13. Prawidłowo rozwinięte, zakrywające międzyrzędzia rozety rzepaku ozimego w okresie jesiennym (fot. T. Wałkowski)

a niekiedy już zakwitnąć i w rezultacie ulec znacznym uszkodzeniom mrozowym. Rośliny rzepaku ozimego zasianego zbyt późno wzrastają i rozwijają się wolniej, wchodząc w okres zimy mało odporne i zbyt słabe, aby ją mogły dobrze przetrwać (Budzyński i wsp. 2009).

Aby plantacje rzepaku mogły przetrwać w dobrym stanie zimę, jesienią prawidłowo rozwinięte rozety roślin powinny zakrywać międzyrzędzia (fot. 13).

Opóźnienie siewu powoduje skrócenie jesiennego okresu wegetacji. Wraz z opóźnieniem terminu siewu rzepaku średnie temperatury dobowe stają się niższe, zwłaszcza temperatura nocy, a jednocześnie wzrasta wilgotność gleby, co istotnie przyczynia się do wydłużenia wschodów i skrócenia okresu rozwoju przedzimowego roślin. Reakcją roślin rzepaku na skrócenie jesiennego okresu wegetacji jest utworzenie mniejszej liczby zawiązków pędów bocznych, w wyniku czego wiosną roślina tworzy mniej rozgałęzień bocznych. Termin wysiewu nasion u rzepaku ozimego wpływa na jakość przezimowania roślin oraz ich późniejszy

wzrost i rozwój (Wałkowski i wsp. 1996; Wałkowski 2014). Na późno zakładanych plantacjach rzepaku ozimego większe szkody wyrządza słodyszek rzepakowy, ponieważ podczas spóźnionego kwitnienia roślin może pojawić się drugie pokolenie tego szkodnika (Mrówczyński 2003). Skrócenie okresu wegetacji, które dotyczy szczególnie ostatnich faz rozwojowych, skutkuje zmniejszeniem plonu nasion i pogorszeniem jego jakości (Muśnicki 2005). Każdy dzień opóźnienia siewu powoduje wyraźną obniżkę plonu, średnio w granicach od 15 do 50 kg nasion na 1 ha (Wałkowski i Lewandowska 1996; Jankowski i Budzyński 2007a, 2007b). Ujemnym skutkom opóźnionych siewów do pewnego stopnia można przeciwdziałać, stosując zwiększoną ilość wysiewu nasion na jednostkę powierzchni pola oraz wyższy poziom nawożenia, jednak należy pamiętać o tym, że zabiegi te zawsze zwiększają koszty produkcji.

Ilości wysiewu nasion

Ilości wysiewu nasion rzepaku na jednostkę powierzchni i późniejsze zagęszczenie roślin w łanie zależą od wartości materiału siewnego, kultury roli, terminu siewu, regionu kraju, poziomu intensywności uprawy oraz wymagań poszczególnych typów uprawianych odmian rzepaku (tab. 19 i 20). Wysiewając nasiona, należy kierować się zasadą, że im jest mniejsze pożądane zagęszczenie roślin, tym większa powinna być wartość materiału siewnego. Aby zapewnić optymalne zagęszczenie łanu, liczba roślin rzepaku po wschodach powinna wynosić od 45 do 80 szt./m^2 w odniesieniu do odmian populacyjnych i od 40 do 60 szt./m^2 w odniesieniu do odmian mieszańcowych. Gęstość siewu rzepaku ozimego nie może też być zbyt duża, ponieważ wywiera wpływ na tempo wzrostu, rozwoju i pokrój pojedynczych roślin przed zimą, a także na stan przezimowania całej plantacji.

„Rekompensujące" zagęszczenie roślin można osiągnąć, wysiewając o 1% więcej nasion na każdy dzień opóźnienia w stosunku do agrotechnicznego terminu siewu. Przy opóźnionym siewie o 10 dni należy wysiać 10% więcej nasion, dzięki czemu uzyskuje się odpowiednio zwiększone zagęszczenie roślin, które ma zrekompensować w pewnym stopniu słabsze rozgałęzianie się roślin i zawiązywanie mniejszej liczby łuszczyn na pojedynczej roślinie. Tym niemniej na 1 m^2 pola nie należy wysiewać więcej niż 90 sztuk kiełkujących nasion rzepaku ozimego w przypadku odmian populacyjnych i 70 sztuk kiełkujących nasion w przypadku odmian mieszańcowych (Wałkowski i wsp. 2007). Im bardziej warunki klimatyczne i glebowe sprzyjają wegetacji rzepaku, tym powinno się wysiewać mniejszą ilość nasion.

Większe ilości nasion z zalecanych przedziałów należy wysiewać w przypadku uprawy odmian wcześniejszych, których pojedyncze rośliny wymagają mniejszych, jednostkowych powierzchni życiowych i wyrastają niezbyt wysoko w porównaniu z odmianami późniejszymi albo bujniejszymi we wzroście (jak np.

Tabela 19. Optymalna gęstość wysiewu nasion w zależności od terminu siewu i typu odmiany

Terminy siewu	Gęstość wysiewu [liczba kiełkujących nasion/m²]	
	typ odmiany	
	populacyjna	mieszańcowa
Wcześniejszy od optymalnego	60–70	55–60
Optymalny	70–80	60–65
Opóźniony w stosunku do optymalnego	80–90	65–70

Źródło: Wałkowski (2006)

Tabela 20. Optymalna gęstość siewu rzepaku ozimego w zależności od regionu i typu odmiany

Region kraju	Gęstość wysiewu* [liczba kiełkujących nasion/m²]	
	typ odmiany	
	populacyjna	mieszańcowa
Nizinny, cieplejszy	55–65	45–55
Wyżynny, umiarkowany	55–75	45–60
Górski, chłodny	55–85	45–65

*podane gęstości wysiewu uwzględniają warunki przeciętnej zimy w kraju, podczas której ubytki wynoszą od 10 do 20% roślin
Źródło: Listowski (1983)

odmiany mieszańcowe). Podobnie większe ilości nasion należy wysiewać na glebach średniozwięzłych, strukturalnych i zasobnych we wszystkie składniki pokarmowe. Mniejszą ilość nasion należy wysiewać zarówno na glebach wadliwych, na których może wystąpić deficyt wody lub niedobór składników pokarmowych, jak i na glebach wilgotnych, żyznych i sprawnych, gdzie występuje nadmiar wody i azotu, i tym samym zachodzi niebezpieczeństwo wylegania łanu.

Zagęszczenie roślin po wschodach nie może być zbyt duże, bo niekorzystnie wpływa na dynamikę wzrostu i rozwoju oraz pokrój pojedynczych roślin przed zimą. Przy zbyt dużym zagęszczeniu rośliny rzepaku są wydłużone, z wyniesionym stożkiem wzrostu, co naraża je na wymarzanie. Z kolei nadmiernie zaniżone ilości wysiewu nasion nie gwarantują dostatecznej obsady roślin po wschodach. W takich warunkach brak właściwej ochrony prowadzi do nadmiernego zachwaszczenia plantacji oraz zwiększonego żerowania szkodników, co ma wpływ na stan przezimowania roślin i skutkuje obniżeniem poziomu plonowania. Hurej

i Twardowski (2006) wykazali, że chowacze łodygowe w większym stopniu uszkadzały rośliny rosnące w mniejszym zagęszczeniu. W gęstych łanach rzepaku na sprzyjające warunki do rozwoju grzybów chorobotwórczych zwracają uwagę Wałkowski i Korbas (2000). Z badań Mączyńskiej i wsp. (2012) wynika, że rośliny rzepaku rosnące w dużym zagęszczeniu są w większym stopniu porażane przez sprawców chorób. Obliczając ilości wysiewu nasion (w kg/ha), należy uwzględnić: pożądaną liczbę roślin na 1 m^2, masę 1000 nasion (MTN), wartość użytkową materiału siewnego (laboratoryjną zdolność kiełkowania – LZK i czystość) oraz przewidywaną jakość wschodów, określaną polową zdolnością wschodów (PZW). W warunkach starannej uprawy roli i optymalnego jej uwilgotnienia PZW zwykle bywa bliska 100%, natomiast znacznie pogarsza się w warunkach zaorywania słomiastego i źle rozłożonego obornika lub zbyt dużych ilości niedostatecznie pociętej i nierównomiernie rozrzuconej po polu słomy, niestarannej przedsiewnej uprawy roli, przesuszonej wierzchniej jej warstwy oraz zbyt głębokiego umieszczenia nasion w glebie.

Uwzględniając te wszystkie uwarunkowania, ilość wysiewu nasion można obliczyć według wzoru:

$$\text{Wysiew [kg/ha]} = \frac{\text{zalecana liczba siewek na 1 m}^2 \times 10\,000 \times \text{MTN [g]}}{\text{LZK [\%]} \times \text{czystość [\%]} \times \text{oczekiwania PZW [\%]}},$$

gdzie: MTN – masa tysiąca nasion, LZK – laboratoryjna zdolność kiełkowania, PZW – polowa zdolność kiełkowania.

Przykład:

$$\frac{50 \times 10\,000 \times 4{,}5}{99 \times 98 \times 90} \approx 2{,}6 \text{ kg/ha}$$

Przed wysiewem nasion należy sprawdzić stan techniczny siewnika i wykonać próbę kręconą – w siewnikach mechanicznych za pomocą rynienek i przekładni, kontrolując równomierność wysiewu nasion z poszczególnych redlic, a w siewnikach pneumatycznych za pomocą komputera i specjalnego worka na nasiona.

Sposób wysiewu

Dobrze wykonany siew rzepaku ozimego jest jednym z podstawowych czynników decydujących o równomiernym wzroście, prawidłowym rozwoju, dobrym przezimowaniu roślin i ich plonowaniu. Drobne nasiona rzepaku powinny być wysiane możliwie płytko na jednakową głębokość i być równomiernie rozmieszczone na całej powierzchni starannie przygotowanej do siewu roli. Nasiona rze-

paku wysiewane są najczęściej rzędowo, w rozstawie rzędów umożliwiającej dobre przewietrzanie roślin w łanie. Warunkiem wykonania płytkiego i równomiernego siewu nasion rzepaku jest dostatecznie osiadła gleba i wyrównana powierzchnia roli. Na glebach przesuszonych i rozpylonych podczas wysiewu nasion zawsze zachodzi obawa zbyt głębokiego ich przykrycia, natomiast na roli niedostatecznie uprawionej zachodzi obawa niedostatecznego przykrycia nasion, co ujemnie wpływa na kiełkowanie. Nasiona rzepaku wysiewa się na głębokość od 1,5 do 2 cm. Im rola jest gorzej doprawiona, tym mniejsza powinna być prędkość jazdy, aby zapewnić odpowiednią głębokość siewu i równomierne rozmieszczenie nasion. Gdy rola jest przesuszona albo rozpylona, wskazane jest wysiewać nasiona na głębokość od 2 do 3 cm, aby znalazły się w wilgotniejszej warstwie gleby zapewniającej im dobre warunki do kiełkowania. Wysiew nasion rzepaku ozimego na jednakową głębokość decyduje o równomierności wschodów, wzroście siewek i dobrym przezimowaniu roślin. Zbyt głęboki i zbyt gęsty wysiew nasion sprzyja infekcji i rozwojowi zgorzeli siewek oraz innych chorób grzybowych. Aby wysiać nasiona rzepaku na równomierną głębokość przy zmiennych warunkach glebowych, siewniki – oprócz urządzenia do zmiany nacisku na redlice – powinny być wyposażane w specjalne ograniczniki głębokości: płozy poślizgowe, talerze ugniatające glebę, umieszczone przed sekcją wysiewającą, oraz ogumione koła podporowe utrzymujące pożądaną głębokość pracy redlic. Nasiona rzepaku mogą być wysiewane zarówno w wąskiej rozstawie rzędów (12–15 cm), pośredniej – „tradycyjnej" (16–25 cm), jak i szerokiej (30–40 cm). Dotychczas powszechnie stosowano wysiew rzędowy nasion w tradycyjnej rozstawie pośredniej, która umożliwia później dobre przewietrzanie łanu. W zależności od zasobności i urodzajności gleby oraz poziomu nawożenia zalecany jest wysiew nasion w rozstawie zbliżonej do 25 cm w warunkach korzystniejszych i 15 cm w warunkach mniej korzystnych. Przy wysiewie stałej, zalecanej liczbie kiełkujących nasion na jednostkę powierzchni pola, bardziej równomierne rozmieszczenie roślin na plantacji uzyskuje się, stosując siew wąskorzędowy (12–15 cm). Rozrzedzenie wysiewu nasion w rzędach skutkuje zmniejszonym ryzykiem późniejszego wylegania łanu rzepaku. Na mniejszych plantacjach wysiew nasion rzepaku w rzędy o szerokiej rozstawie: 30–40 cm, umożliwia wykonywanie mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych w międzyrzędziach (Kierzek i wsp. 2008). Precyzyjny wysiew zmniejszonej ilości nasion w szerokiej rozstawie rzędów pozwala na jednoczesne prowadzenie mechaniczno-chemicznej pielęgnacji plantacji, za pomocą pielnika i opryskiwacza do zabiegu pasowego. Stosowanie siewu rzepaku ozimego w szerszej rozstawie niż 40 cm nie jest zalecane. Siewniki do wysiewu drobnych nasion rzepaku powinny umożliwiać ich wysiew w ilościach od 2 do 5 kg/ha i w rozstawie redlic od 10 do 40 cm. Ponadto powinny być wyposażone w urządzenia do zakładania technologicznych ścieżek przejazdowych (ze znacznikiem przedwschodowym).

Stosowanie ścieżek przejazdowych

Podczas siewu na dużych plantacjach zaleca się pozostawiać na polu w określonych odstępach nie obsiane pasy, tzw. technologiczne ścieżki przejazdowe, które mają służyć do przejazdu ciągników i maszyn podczas wszystkich zabiegów nawożenia pogłównego, pielęgnacji i ochrony roślin (fot. 14). Szerokość ścieżek zależy od szerokości ogumienia stosowanych ciągników. Odległości pomiędzy sąsiednimi parami ścieżek muszą być dostosowane do szerokości roboczych rozsiewaczy nawozów mineralnych i opryskiwaczy. Pozostawienie na plantacji ścieżek przejazdowych umożliwia odpowiednia technika siewu.

Stosowanie ścieżek przejazdowych ma wiele zalet, między innymi:

- przyczynia się do zwiększenia wydajności maszyn i urządzeń do nawożenia i opryskiwania;
- zapewnia utrzymanie i wykorzystanie pełnej szerokości roboczej tych maszyn i urządzeń;
- powoduje zwiększenie dokładności i efektywności późniejszych prac związanych z nawożeniem, pielęgnacją i ochroną plantacji;
- ułatwia obsługę maszyn a jednocześnie przyczynia się do ograniczenia strat powstających przez ugniatanie roślin kołami;
- zmniejsza pracochłonność;
- powoduje obniżenie kosztów wykonywanych prac pielęgnacyjnych;
- przyczynia się do zwiększenia plonu.

Fot. 14. Ścieżki przejazdowe na plantacji rzepaku ozimego (fot. T. Wałkowski)

Pożądany pokrój pojedynczej rośliny rzepaku przed nastaniem zimy
Przed zahamowaniem wegetacji jesiennej sucha masa jednej rośliny rzepaku powinna wynosić od 1,5 do 2,0 g, przy czym roślina powinna ukształtować:

- bardzo silną, zwartą 8–10-listną rozetę;
- gruby korzeń palowy przerastający warstwę orną, z szyjką korzeniową o średnicy 8–10 mm, ale nie mniejszej niż 6 mm;

krótką łodyżkę podliścieniową (epikotyl), z pąkiem wierzchołkowym wyniesionym nad ziemię maksymalnie na 3 do 4 cm (fot. 15 i 16).

7.3. Siew rzepaku jarego

Materiałem siewnym jarej formy rzepaku są nasiona kwalifikowane, w stopniu nie niższym niż pierwsze rozmnożenie C_1 (F_1 – dla odmian mieszańcowych). Ważne jest użycie do siewu nasion zaprawionych o największej zdolności i energii kiełkowania. Dzięki temu uzyskuje się wyrównane wschody i pożądaną optymalną obsadę roślin na jednostce powierzchni (fot. 17).

Trudno określić dokładny termin siewu rzepaku jarego, ponieważ zależy on w dużej mierze od układu warunków atmosferycznych na wiosnę; najczęściej przypada na drugą i trzecią dekadę kwietnia. Rzepak jary powinien być siany w dostatecznie ogrzaną glebę, bo wówczas można oczekiwać szybkich, wyrównanych wschodów. Optymalną porą siewu rzepaku jarego jest końcowy okres siewów zbóż jarych.

Aby zapewnić optymalne zagęszczenie roślin rzepaku jarego, liczba roślin po wschodach powinna wynosić od 100–120 sztuk na 1 m^2 (Wałkowski 2001). Gdy uwzględni się MTN, siłę kiełkowania i czystość nasion, to w przybliżeniu odpowiada to ilości wysiewu 4–5 kg nasion na 1 ha. Mniejszą ilość nasion należy wysiewać na glebach żyznych i sprawnych. Górną granicę ilości wysiewu należy stosować na glebach mniej zasobnych, w przypadkach opóźnionych siewów i w rejonach kraju, w których częściej występują susze. Gęstość siewu rzepaku jarego nie może też być zbyt duża, bo ma to ujemny wpływ na dynamikę wzrostu i rozwoju pojedynczych roślin, co w rezultacie ogranicza plony nasion.

Nasiona rzepaku jarego powinny być wysiane płytko, na głębokość 1,5–2 cm. Gdy rola jest przesuszona albo rozpylona, wskazane jest wysiewać nasiona głębiej – na 2–3 cm, aby znalazły się w wilgotnej warstwie gleby zapewniającej im dobre skiełkowanie. Zbyt głębokie umieszczenie nasion w glebie jest niekorzystne, bo przyczynia się do opóźniania i nierównych wschodów roślin. Podczas siewu należy zwrócić uwagę, aby siewniki były wyposażone w kółka ugniatające.

Jeśli do zwalczania chwastów stosuje się chemiczne środki chwastobójcze, to nasiona rzepaku jarego mogą być wysiewane w wąskiej rozstawie rzędów (12–15 cm). Natomiast, gdy zabiegi pielęgnacyjne w międzyrzędziach wykonywane są opielaczem, wówczas nasiona muszą być wysiewane w szerokiej rozstawie

Fot. 15. Pokrój zimującej rośliny rzepaku (fot. T. Wałkowski)

Fot. 16. Rośliny rzepaku po przezimowaniu (fot. T. Wałkowski)

Fot. 17. Pokrój roślin formy jarej rzepaku (fot. T. Wałkowski)

rzędów (25–30 cm). Wysiew w rozstawie 25 cm zalecany jest na glebach mniej zasobnych i po gorszych przedplonach. Stosowanie szerszej rozstawy rzędów niż 30 cm nie jest zalecane, bo rzepak jary nie rozgałęzia się w takim stopniu, jak rzepak ozimy.

Rzepakiem jarym często zastępuje się wymarznięty rzepak ozimy, dążąc do utrzymania przewidzianej w planie zasiewów powierzchni roślin oleistych. Korzystniej jednak jest dokonać przesunięcia w zmianowaniu i w stanowisku po wymarzniętym rzepaku ozimym wysiać kukurydzę niewrażliwą na orkę wiosenną, a rzepak jary zasiać na polu zaoranym przed zimą, przygotowanym pod kukurydzę, ziemniaki lub inną roślinę. W ostateczności rzepak jary można wysiać na polu po wymarzniętym rzepaku ozimym. Przedtem jednak należy takie

pole odpowiednio przygotować do siewu. Jeżeli zlikwidowaną plantację rzepaku ozimego przesiewa się rzepakiem jarym, praktycznie nie występuje niebezpieczeństwo ze strony środków chwastobójczych zastosowanych w rzepaku ozimym w okresie letnio-jesiennym, zawierających np. chlomazon i metazachlor. Przeciwnie, może mieć miejsce korzystne następcze ich oddziaływanie, ograniczające zachwaszczenie w rzepaku jarym. Mogą jednak wystąpić problemy z odrastającymi roślinami rzepaku ozimego w rzepaku jarym po niecałkowitym ich zniszczeniu w trakcie przygotowywania roli do siewu, polegające na nadmiernym ich rozrastaniu.

8. PRZECIWDZIAŁANIE SKUTKOM SUSZY W UPRAWIE RZEPAKU

Rzepak ma duże wymagania wilgotnościowe, o czym świadczą wysokie plony tej rośliny uprawnej uzyskiwane w klimacie morskim, jaki panuje w rejonie Oceanu Atlantyckiego, Morza Północnego i Bałtyckiego. W Polsce warunki do rozwoju i plonowania rzepaku nie są tak korzystne, ponieważ klimat w naszym kraju kształtowany jest w znacznej mierze przez powietrze kontynentalne. Następstwem oddziaływania napływających do naszego kraju mas powietrza i ukształtowania terenu jest przestrzenna zmienność ilości opadów, która przyczynia się do zróżnicowania wysokości plonowania rzepaku w poszczególnych rejonach kraju. Natomiast zmienność warunków wilgotnościowych w sezonach uprawy jest jednym z głównych czynników wpływających na zróżnicowanie wysokości plonowania rzepaku w kolejnych latach. Spośród dwóch form rzepaku znacznie bardziej narażona na suszę jest forma jara, ponieważ pełnia rozwoju tego gatunku przypada około 6 tygodni później w stosunku do formy ozimej, co sprawia, że rzepak jary może wykorzystać wodę zgromadzoną podczas zimy jedynie w czasie kiełkowania i wschodów. Ta cecha, obok potencjału plonowania oraz zimotrwałości, decyduje o powszechności uprawy w naszym kraju formy ozimej.

Uprawa gleby do minimum ograniczająca straty wody

Spośród ozimych roślin rolniczych rzepak wymaga siewu w najwcześniejszym terminie. W rejonach największej uprawy rzepaku siewy tej rośliny przypadają na okres między 15 a 25 sierpnia. W tym czasie bardzo często (w ostatnich latach coraz częściej) występują w naszym kraju susze i wysokie temperatury, które stwarzają trudne warunki do przygotowania gleby i siewu rzepaku oraz zapewnienia szybkich i wyrównanych wschodów. Aby maksymalnie zminimalizować niekorzystny wpływ warunków pogodowych, działania uprawowe, począwszy od zbioru przedplonu do siewu rzepaku, powinny do minimum ograniczać straty wody w glebie. Niedobory wody znacząco ograniczają przeprowadzone bezpośrednio po zbiorze przedplonu uprawki pożniwne. Sprawiają, że gleba lepiej chłonie wodę opadową, zmniejszają jej spływ i parowanie oraz znacząco ułatwiają przeprowadzenie orki siewnej. Rezygnacja z uprawek pożniwnych w warunkach suszy może powodować dalsze przesuszenie gleby.

Sposób przedsiewnego przygotowania gleby determinowany jest głównie gatunkiem przedplonu i czasem, jaki pozostaje do siewu rzepaku po zejściu z pola rośliny poprzedzającej rzepak w zmianowaniu. Wpływ na przygotowanie gleby

przed siewem ma także przebieg pogody. W warunkach suszy orkę siewną, nieco spłyconą, najlepiej przeprowadzić bezpośrednio przed siewem rzepaku, by nasiona maksymalnie mogły wykorzystać naturalną wilgoć gleby. W warunkach zagrożenia suszą w uprawie roli należy stosować tylko niezbędne zabiegi, agregatować narzędzia uprawowe, a na glebach lekkich nie stosować narzędzi aktywnych powodujących jej rozpylenie. Gleba zbytnio rozpylona w warunkach posusznych w czasie siewu ulega zaskorupieniu, co ogranicza wschody roślin rzepaku. Wykonanie orki na glebie przesuszonej często jest bardzo utrudnione, a ponadto niszczy jej strukturę i niekorzystnie wpływa na gromadzenie zapasów wody. Trudności z rozdrobnieniem zbrylonej gleby po orce przeprowadzonej w warunkach suszy skutkujące jej dalszym przesuszeniem skłania do rezygnacji z orki i zastąpienia jej uprawą spulchniającą na głębokość 8–12 cm za pomocą rototillera, talerzówki lub kultywatora. Bezpłużna (powierzchniowa, konserwująca) uprawa rzepaku powinna przyczynić się do dokładnego wymieszania ścierni i resztek pożniwnych z glebą i wytworzenia jednolitej warstwy mulczu, która chroni glebę przed erozją, zwiększa retencję wodną i zmniejsza możliwość jej zaskorupienia. Uprawa bezorkowa płytka (do 10 cm) nie jest zalecana w warunkach suszy na glebach lekkich. Przesuszona wierzchnia warstwa gleby nie zapewni minimalnych warunków wilgotnościowych dla wschodów rzepaku. Wielu autorów stwierdza, że w warunkach suszy stosowanie daleko idących uproszczeń (siew bezpośredni w ściernisko lub w mulcz) nie jest dobrym rozwiązaniem dla rzepaku – szczególnie gdy słoma pozostaje na polu i wiąże wodę, która jest niezbędna dla kiełkujących nasion. Nadmiar słomy w warstwie gleby zakłóca wschody rzepaku, co utrudnia uzyskanie odpowiedniej obsady roślin na jednostce powierzchni, zwłaszcza odmian mieszańcowych, które siane są rzadziej.

W warunkach posusznych dobrym rozwiązaniem może być uprawa pasowa (ang. Strip Till) będąca modyfikacją uprawy zerowej. Technologia ta bowiem pozwala na oszczędne gospodarowanie wilgocią w glebie. Spulchniany jest tylko pas gleby, w którym zostają wysiane (punktowo lub tradycyjnie) nasiona mogące swobodnie kiełkować. Natomiast nieuprawiana część pola chroni glebę przed bezproduktywną utratą wilgoci i do minimum ogranicza negatywne skutki erozji wodnej i wietrznej.

Siew w terminie optymalnym i w dobrze doprawioną glebę

Siew jest kluczowym zabiegiem w uprawie rzepaku, który decyduje o obsadzie i późniejszej kondycji łanu. Błędów popełnionych w trakcie tego zabiegu z reguły nie da się później naprawić, a ich konsekwencją jest zazwyczaj obniżenie potencjału plonowania oraz zwiększenie kosztów uprawy. Podstawę uzyskania wczesnych i wyrównanych wschodów rzepaku stanowi precyzyjny siew wykonany w dobrze doprawioną i nieprzesuszoną glebę oraz dobrej jakości materiał siewny.

Nasiona dorodne, wyrównane, wolne od patogenów, o dużej sile kiełkowania i wigorze, gwarantują szybkie i równomierne wschody oraz zapewniają prawidłowy rozwój roślin zdolnych konkurować z chwastami i charakteryzujących się większą odpornością na choroby oraz stres wywołany niedoborem opadów. Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego umożliwia wysiew optymalnej liczby nasion kiełkujących na jednostce powierzchni, co jest podstawowym warunkiem optymalnego rozwoju roślin przed zimą i w konsekwencji dobrego przezimowania.

Wykonany w optymalnym terminie siew, w dobrze doprawioną i odpowiednio wilgotną glebę, zapewnia łatwe przenikanie korzeni w głąb gleby, co stwarza młodym roślinom dobre warunki do wzrostu i rozwoju. Rzepak w porównaniu z innymi gatunkami potrzebuje do skiełkowania relatywnie małej ilości wody, bo zaledwie 48–51% suchej masy nasienia. Jednak z powodu małej siły ssącej nasion, w celu zapewnienia odpowiedniej obsady roślin, zawartość wody w glebie powinna wynosić co najmniej 32–35% polowej pojemności wodnej. Zazwyczaj do dobrych wschodów wystarcza rzepakowi średnio uwilgotniona gleba.

Ostatnio, z powodu coraz częściej występujących niedoborów opadów w okresie siewu, nasiona wysiewane są w glebę mocno przesuszoną, co prowadzi do zaburzenia procesu kiełkowania, przez co wschody są nierównomierne i opóźnione. Dostęp do wody w początkowej fazie jest bardzo istotny. Kiełkowanie to bardzo złożony i dynamiczny proces fizjologiczny. Obejmuje szereg przemian metabolicznych, które rozpoczynają się pobraniem wody przez nasiona, a kończą wyniesieniem liścieni ponad powierzchnię gleby. Wilgotność gleby uzależniona jest głównie od ilości opadów, ale przez prawidłowo przeprowadzone zabiegi uprawowe można maksymalnie ograniczyć straty wilgoci z gleby. W warunkach suszy glebę należy doprawić tuż przed siewem nasion, by maksymalnie wykorzystać niewielki zapas wilgoci w glebie. Zwiększenie głębokości siewu (do 3 cm) gwarantuje lepsze podsiąkanie i wschody rzepaku. Umiarkowane opady i wyższa temperatura sprzyjają szybszemu kiełkowaniu i wcześniejszym wschodom roślin, dlatego zawsze lepiej wysiać rzepak po deszczu niż przed wystąpieniem opadów. Jednak wyczekiwanie na deszcz i opóźnianie z tego powodu terminu siewu jest bardzo ryzykowne. W skrajnych przypadkach dopuszczalne jest opóźnienie terminu siewu o 5–7 dni w stosunku do optymalnego. Trzeba jednak liczyć się z potencjalnym spadkiem plonu nasion. Określając normę wysiewu, należy pamiętać, że w warunkach przesuszenia wierzchniej warstwy roli znacznie pogarsza się polowa zdolność wschodów (PZW). Dlatego w warunkach posusznych, a w przypadku rzepaku jarego w rejonach, w których częściej występują susze, należy stosować górne granice ilości wysiewu.

W okresie od wschodów do zakrycia międzyrzędzi przeciętne opady w pełni pokrywają potrzeby wodne rzepaku. Dzięki szybko zagłębiającemu się korzeniowi palowemu o dużej sile ssącej, forma ozima rzepaku łatwo przezwycięża krótkotrwałe niedobory wody, a dynamiczny rozwój wiosną pozwala dobrze

wykorzystać zapasy wody zimowej w glebie. Niedobory opadów najczęściej występują w okresie wiosenno-letniej wegetacji, zwłaszcza po kwitnieniu. Jednak w sezonach, w których zimy są ciepłe i bezśnieżne warunki posuszne, mogą wystąpić już w fazie pąkowania, co można było obserwować wiosną 2019 r.

Odczyn i struktura gleby

Niekorzystne oddziaływanie niedoboru wody na roślinę uprawną ogranicza pH gleby zbliżone do odczynu obojętnego. Optymalny odczyn gleby (pH 5,8–7,3) sprzyja dobremu ukorzenieniu roślin, zmniejsza presję czynników stresowych oraz oddziałuje korzystnie na dostępność innych składników pokarmowych. Utrzymywanie pH gleby zbliżonego do odczynu obojętnego odgrywa istotną rolę w kształtowaniu gospodarki wodnej roślin, ponieważ po zastosowaniu wapnia agregaty glebowe oraz próchnica stają się bardziej trwałe, co zmniejsza niebezpieczeństwo niedoboru wody w warunkach posusznych. Wapnowanie, przyczyniając się do poprawy struktury gleby, zapewnia roślinom odpowiednie stosunki wodno-powietrzne oraz zwiększa zdolność gleb do magazynowania wody, przez co ogranicza skutki niedoboru opadów. Aby roślinom zapewnić odpowiednie warunki wodne, gleby należy wapnować regularnie w zmianowaniu co 3–4 lata. Zaniechanie tego zabiegu skutkuje wzrostem kwasowości. W warunkach gleb kwaśnych następuje uruchomienie toksycznego glinu (Al^{+3}), który hamuje rozwój systemu korzeniowego, co ogranicza nie tylko pobieranie wody i azotu, ale także składników mniej ruchliwych, takich jak potas czy fosfor. Szczególnie niebezpieczne jest zakłócenie gospodarki potasem, którego niedobór uniemożliwia prowadzenie racjonalnej gospodarki wodą. Rośliny niedostatecznie zaopatrzone w potas tracą zdolność zatrzymywania wody i w konsekwencji są bardziej wrażliwe na suszę i przymrozki oraz mniej zdolne do konkurencji z chwastami. Z kolei niemożność pobrania fosforu ogranicza szansę rozwoju systemu korzeniowego. Niekorzystnie na rozwój rzepaku wpływa także ograniczenie możliwości pobrania azotu – pierwiastka w największym stopniu decydującego o wysokości plonowania.

Nawożenie organiczne

Ryzyko wystąpienia skutków niedoboru opadów można ograniczyć przez regularne wprowadzenie do gleby materii organicznej w postaci obornika, słomy i nawozów zielonych, czego efektem jest poprawa struktury gleby i podniesienie poziomu zawartości próchnicy. Wzrost zawartości próchnicy w glebie o 1% zwiększa ilość wody dostępnej dla roślin o 25–35%. Przy pełnym wykorzystaniu resztek pożniwnych zwiększenie zawartości próchnicy w glebie o 1% można uzyskać po około 10–12 latach. Rola nawożenia organicznego w kontekście suszy sprowadza się zatem do zwiększenia zdolności retencyjnych stanowiska, co ułatwia rozwój

roślin uprawnych w warunkach posusznych i przyczynia się do stabilizacji wysokości plonowania.

Nawożenie mineralne

Na zmniejszenie skutków niedoboru opadów można oddziaływać przez zbilansowane, dostosowane do potrzeb roślin i zasobności gleby nawożenie mineralne. Pierwiastkiem bezpośrednio wpływającym na gospodarkę wodną roślin jest potas. Rzepak reaguje przede wszystkim na zasobność potasu w glebie. Trzeba go zatem regularnie stosować w zmianowaniu, by zapewnić zasobność w ten składnik na poziomie co najmniej średnim w momencie zbioru przedplonu. Przy niskiej zasobności gleby w potas plony są bardziej zależne od przebiegu pogody w sezonie wegetacyjnym. Obok potasu pierwiastkiem znacząco ograniczającym skutki niedoboru opadów jest fosfor. Dostępność tego składnika dla roślin zapewnia rozwój systemu korzeniowego. Podobnie jak w przypadku potasu rzepak reaguje przede wszystkim na zasobność fosforu w glebie, którą trzeba zapewnić przez regularne nawożenie w zmianowaniu. Fosfor uodparnia rośliny także na przemarzanie i wyleganie oraz na przenawożenie azotem. Także azot, wpływając znacząco na pokrój roślin przyczynia się do ograniczenia redukcji plonu w warunkach niedoboru opadów. Ponieważ efektywność azotu zależy od uwilgotnienia gleby, korzystniej jest w warunkach ciepłej i bezśnieżnej zimy pierwszą wiosenną dawkę azotu zwiększyć do 2/3 dawki całkowitej, a drugą zastosować kilka dni po pierwszej. W ten sposób można ograniczyć ryzyko niewykorzystania azotu i tym samym przeciwdziałać niekorzystnemu oddziaływaniu suszy pojawiającej się wczesną wiosną. Również zaspokojenie potrzeb nawozowych rzepaku w pozostałe makro- i mikroelementy umożliwia prawidłowy rozwój roślin i jednocześnie sprzyja głębokiemu ukorzenieniu i przerośnięciu gleby korzeniami, a także umożliwia szybszy wzrost początkowy roślin i wczesne zakrycie gleby. Dzięki temu następuje ograniczenie parowania i zahamowanie wzrostu chwastów.

Ochrona roślin

Nie należy także zapominać o prawidłowo prowadzonej ochronie, zwłaszcza przeciwko chwastom, które konkurując bezpośrednio z rośliną uprawną o wodę, pokarm i miejsce, uniemożliwiają wykorzystanie w pełni jej potencjału plonowania. Konkurencyjność chwastów najbardziej ogranicza stosowanie herbicydów przed siewem, bądź w stadium małej rozety. Jednak w czasie suszy stosowanie herbicydów doglebowych staje się problematyczne, gdyż ich skuteczność uwarunkowana jest wilgotnością gleby. Stosowanie herbicydów doglebowych może okazać się również ryzykowne, gdy po okresie niedoboru opadów wystąpią bardzo intensywne opady deszczu. W takich warunkach herbicyd może zostać przemieszczo-

ny w głąb profilu glebowego w sferę rozwijających się korzeni rośliny uprawnej, co może przyczynić się do spowolnienia rozwoju rzepaku, a w skrajnych przypadkach doprowadzić do zamierania roślin. Jeśli zatem gleba jest mocno przesuszona, lepiej wykonać zabieg nalistny w fazie 4 liści właściwych rzepaku, gdy praktycznie większość chwastów już wzeszła. Ogólną zasadą, którą należy się kierować w warunkach posusznych, jest dostosowanie dawki i wyboru substancji czynnej herbicydu do gatunku chwastu najbardziej odpornego na suszę.

W warunkach posusznych wzrasta także niebezpieczeństwo uszkadzania rzepaku przez niektóre gatunki szkodników. Jesienią szczególnie groźne może okazać się żerowanie rolnic, a wiosną znaczne straty plonu mogą być następstwem masowego nalotu słodyszka. Z tego względu w czasie suszy należy szczególnie starannie monitorować stan plantacji i w razie stwierdzenia obecności i żerowania szkodników zastosować zabiegi ochronne.

Podsumowanie

W warunkach coraz częstszego występowania okresów posusznych w Polsce będzie wzrastało znaczenie działań ograniczających wpływ niedoborów wody na rozwój roślin uprawnych. Ograniczenie skutków niedoboru opadów może zapewnić przestrzeganie zasad prawidłowej agrotechniki i ochrony, ale konieczne jest także działanie uwzględniające osiągnięcia z zakresu hodowli roślin, meteorologii i melioracji.

9. REGULACJA ZACHWASZCZENIA

W uprawie obu form rzepaku występują na ogół takie same gatunki chwastów, jednak ich uciążliwość w rzepaku ozimym jest inna niż w jarym. Zdecydowana większość chwastów to gatunki jare, spośród których część ma tendencję do wschodów jesiennych. Te określane jako zimujące, są najgroźniejsze dla rzepaku ozimego. Konkurują z rzepakiem całą jesień, osłabiając go przed końcem wegetacji jesiennej i tym samym bardziej narażając na wymarzanie. Niezwalczone, bardzo szybko rozwijają się po ruszeniu wegetacji wiosennej, osiągają znaczny wzrost i tym samym odznaczają się silniejszą konkurencyjnością niż te same gatunki w typowych formach jarych (wschodzące wiosną). Według Adamiak (2013), walory „chwastoobronne" rzepaku zależą od uprawianej formy biologicznej i wzrostu roślin.

Dla **rzepaku ozimego** najbardziej newralgiczny jest okres jesienno-wiosenny, kiedy to warunki siedliskowe wyjątkowo sprzyjają rozwojowi chwastów i rzepak praktycznie nie ma żadnych możliwości podjęcia skutecznej z nimi konkurencji.

Rzepak jary z uwagi na krótszy okres wegetacji i dłuższy okres na przygotowanie roli zdecydowanie lepiej radzi sobie z florą obcą niż jego forma ozima, zwłaszcza po zwarciu międzyrzędzi. Według wielu autorów (Dembiński 1983; Budzyński 2013), a także w IP, z punktu widzenia fitosanitarnego i regulacyjnego działania na agrofagi uprawa rzepaku po sobie nie jest zalecana. W kontekście zachwaszczenia pogłębi ona kompensację chwastów, a zwłaszcza przytulii czepnej, rumianków i rumianów, ponadto spowoduje wzrost zasobu nasion rzepaku w glebie, stanowiących jego potencjalne samosiewy (Budzyński 2013). Praczyk (2008) zwraca uwagę, że zagrożenie ze strony chwastów jest coraz większe, głównie z powodu nieodpowiedniego zmianowania oraz stosowania w coraz większym stopniu uproszczonej agrotechniki. Z powyższych powodów, bez względu na formę, mamy do czynienia z coraz większymi problemami dotyczącymi zachwaszczenia gatunkami wieloletnimi. Dotyczy to również pól zaniedbanych (odzyskiwanych).

9.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Pomijając warunki lokalne, do chwastów popularnych, masowo występujących w rzepaku, można zaliczyć kilkanaście gatunków (fot. 18–23). Ich krótką charakterystykę zamieszczono w tabeli 21.

Tabela 21. Charakterystyka pospolitych chwastów występujących w rzepaku

Gatunek chwastów	Najważniejsze cechy
Bodziszek drobny	Gatunek groźny podczas masowego występowania w trakcie wschodów rzepaku; zimuje i kontynuuje rozwój, wydając kolejne pokolenia; preferuje wilgotne gleby próchniczne, bogate w wapno.
Bylica pospolita	Gatunek wieloletni, azotolubny, konkurencyjny ze względu na osiąganą wysokość (do 2 m); częściej występuje na glebach żyznych.
Chaber bławatek	Gatunek zimujący w formie rozety, niebezpieczny zarówno w rzepaku ozimym, jak i jarym; dobrze rozwija się na wszystkich typach gleb; dorasta do 1 m wysokości.
Dymnica pospolita	Gatunek jary wschodzący wiosną, dorastający do 30 cm; groźny podczas masowego występowania.
Farbownik polny (d. krzywoszyj polny)	Gatunek silnie rozrastający się gniazdowo, niebezpieczny, silnie współzawodniczący, groźniejszy na glebach lekkich; preferuje odczyn kwaśny.
Fiołek polny	Gatunek zimujący, charakteryzujący się masowymi wschodami, groźny dla obu form; ze względu na znaczne tendencje do wschodów jesiennych bardziej niebezpieczny dla rzepaku ozimego.
Gwiazdnica pospolita	Gatunek zimujący, tworzący silne zadarnienie, groźny dla obu form, zwłaszcza podczas równoczesnych wschodów z rzepakiem.
Gorczyca polna	Gatunek jary, wrażliwy na ujemną temperaturę; bardzo groźny dla form jarych, dla ozimych konkurencyjny podczas długiej, ciepłej jesieni w trakcie współzawodniczenia do pierwszych przymrozków; żywiciel kiły rzepaku.
Jasnota purpurowa i różowa	Gatunki zimujące o wysokości od 5 do 30 cm; preferują określone warunki, ale można je w rolnictwie uznać za kosmopolityczne, uciążliwe w wielu uprawach.
Komosa biała	Gatunek jary, wrażliwy na ujemną temperaturę; azotolubny, bardzo groźny dla form jarych, może osiągnąć nawet 2 m wysokości; dla ozimych konkurencyjny podczas długiej, ciepłej jesieni.
Maruna nadmorska (d. maruna bezwonna)	Gatunek zimujący w formie rozety, szybko kontynuujący rozwój z momentem ruszenia wegetacji; również groźny dla rzepaku jarego, dorasta do 1 m wysokości.
Mak polny	Gatunek zimujący, bardzo pospolity na plantacjach rzepaku ozimego.
Ostrożeń polny	Gatunek wieloletni, trudny do zniszczenia, zwłaszcza na polach zaniedbanych; często występuje w tzw. ogniskach.
Perz właściwy	Wieloletni gatunek jednoliścienny, charakterystyczny dla stanowisk zaniedbanych; bardzo konkurencyjny, szybko rozprzestrzeniający się za pomocą podziemnych rozłogów.

Tabela 21. Charakterystyka pospolitych chwastów występujących w rzepaku – cd.

Gatunek chwastów	Najważniejsze cechy
Poziewnik szorstki	Gatunek jary wschodzący przede wszystkim podczas wiosny i lata; bardziej uciążliwy w uprawie rzepaku jarego.
Przetaczniki	Groźne podczas masowych i równoczesnych wschodów obu form rzepaku.
Przytulia czepna	Gatunek zimujący, azotolubny, ze względu na pokrój bardzo groźny w obu formach rzepaku.
Rzodkiew świrzepa	Cechy i podobny wygląd do gorczycy polnej.
Tasznik pospolity	Gatunek zimujący, mało wymagający, niebezpieczny dla obu form podczas masowych wschodów, do których posiada tendencje; żywiciel kiły kapusty.
Tobołki polne	Cechy i podobny wygląd do tasznika pospolitego.
Samosiewy zbóż	Ozime zdecydowanie bardziej niebezpieczne dla rzepaku ozimego, jare – groźne do momentu wymarznięcia i bardzo konkurencyjne dla jarych form rzepaku.
Stulicha psia	Gatunek częściej pojawiający się wiosną, ale także zimujący; jest bardzo konkurencyjny, ma wysoki współczynnik plenności i szybko zachwaszcza pola.

Źródło: Paradowski (2013, 2015a)

Fot. 18. Zachwaszczenie plantacji rzepaku w okresie wschodów (fot. A. Paradowski)

Fot. 19. Rzepak – zachwaszczenie ogólne (fot. A. Paradowski)

Fot. 20. Samosiewy rzepaku w rzepaku (fot. A. Paradowski)

Fot. 21. Komosa biała i maruna bezwonna zachwaszczające plantację rzepaku ozimego w okresie jesiennym (fot. A. Paradowski)

Fot. 22. Rdest kolankowy i komosa biała zachwaszczające plantację rzepaku w okresie pąkowania (fot. A. Paradowski)

Fot. 23. Stulicha psia w uprawie rzepaku (fot. A. Paradowski)

9.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Najczęściej wykonywanym mechanicznym zabiegiem odchwaszczania jest bronowanie, które w uprawie rzepaku jest oceniane dość kontrowersyjnie. Klasyczna metoda (Budzyński 2013) polega na dwukrotnym, w fazie BBCH 13–14 oraz BBCH 25–31, zastosowaniu narzędzi z nożami kątowymi lub gęsiostopami podcinającymi korzenie chwastów. Mimo tych zaleceń Budzyński (2013) uważa, że mechaniczne odchwaszczanie rzepaku ozimego podczas wegetacji należy do rzadkości i jeżeli jest przeprowadzane, to tylko na plantacjach małoobszarowych. Za właściwą rozstawę rzędów Budzyński (2013) uważa 45 cm, Kierzek i wsp. (2008) dopuszcza wykonanie dwukrotnego (jesienią i wiosną) mechanicznego zabiegu odchwaszczania nawet przy rozstawie 25 cm. Znaczna część praktyków i naukowców (Praczyk 2008) wręcz nie poleca zabiegów bronowania, uważając je za czynność prowadzącą do uszkodzeń rzepaku. Bronowanie wykonywane jesienią, zwłaszcza wcześnie po wschodach, może spowodować uszkodzenie systemu korzeniowego. Wykonywane wiosną, gdy rzędy rzepaku zaczynają się zwierać, powoduje uszkodzenia części nadziemnej rzepaku. Analogicznie przedstawia się wczesne i późne

odchwaszczanie rzepaku jarego. Rośliny mechanicznie uszkodzone są bardziej narażone na zainfekowanie przez sprawców suchej zgnilizny kapustnych, szarej pleśni oraz zgnilizny twardzikowej (Mrówczyński i wsp. 1993, 2000).

9.3. Metody określania liczebności chwastów i progi szkodliwości

W metodach integrowanych progi szkodliwości wyznaczają pewne granice (najczęściej liczebność lub poziom występowania agrofaga), po przekroczeniu których uzasadnione jest stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. W przypadku ochrony plantacji przed chwastami nie ma opracowanych obligatoryjnych, ekonomicznych progów szkodliwości. Uniemożliwia to stosowanie środków chwastobójczych zgodnie z założeniami ochrony integrowanej. Nie oznacza to, że zebrane dane na temat progów szkodliwości nie mogą być pomocne przy podejmowaniu różnych decyzji. Informacje tego typu można znaleźć w materiałach źródłowych, m.in. w wydawnictwach popularnych, popularnonaukowych, oświatowych, informatorach doradczych i atlasach o charakterze doradczym. Należy jeszcze raz podkreślić, że dane te mają jedynie charakter informacji pomocniczych. Przekonuje o tym ich „różnorodność". Dane dotyczące progów szkodliwości są najczęściej przedstawiane w formie liczby osobników danego gatunku chwastu na 1 m^2, powodujących spadek plonu o 5% (pierwszy próg szkodliwości). Dane takie mogą być również przedstawione w formie procentowego pokrycia powierzchni przez dany gatunek chwastu lub określone zbiorowisko (np. chwasty niskiego piętra). W badaniach również można określić, jakie straty plonu powoduje jeden osobnik na 1 m^2. W ramach metod określania liczebności brany jest także pod uwagę termin (kalendarzowy) siewu rzepaku, a także ocena zachwaszczenia (jesień, wiosna). Szereg różnych metod oceny zachwaszczenia z uwzględnieniem progów szkodliwości zebrał Paradowski (2015a, b). Zamieszczono je w tabelach 22–25.

Tabela 22. Wpływ liczby samosiewów zbóż na plon rzepaku ozimego

Liczba samosiewów zbóż na 1 m^2	Plon nasion [dt/ha]
0	32,0
20–40	29,0
40–60	25,0
60–80	23,0
80–100	19,0
>100	18,0

Źródło: Paradowski (2015b)

Tabela 23. Progi ekonomicznej szkodliwości niektórych dominujących gatunków i zbiorowisk chwastów w rzepaku ozimym

Dominujący gatunek albo zbiorowisko chwastów	**Progi szkodliwości wyrażone liczbą chwastów na 1 m^2 albo stopniem pokrycia powierzchni plantacji [%]**
Ostrożeń polny	1,0
Przytulia czepna	1,0
Rumian polny i rumianek pospolity	3,0
Zbiorowiska chwastów dwuliściennych – jesienią	20,0*
Zbiorowiska chwastów dwuliściennych – wiosną	30,0*
Zbiorowiska chwastów jednoliściennych i samosiewy zbóż	10–15%

*przy braku dominacji jednego gatunku
Źródło: Wałkowski i wsp. (2007)

Tabela 24. Straty plonu rzepaku ozimego w procentach spowodowane przez chwasty (1 roślina/m^2)

Gatunki chwastów	**Straty plonu [%]**
Przytulia czepna	1,0
Gwiazdnica pospolita	0,3
Rumian polny, rumianek pospolity	0,05
Jasnota różowa	0,03
Niezapominajka polna	0,03
Tasznik pospolity	0,03
Wiechlina roczna	0,03

Źródło: Mrówczyński i Pruszyński (2006)

Tabela 25. Różne przyczyny powstawania strat plonu powodowane zachwaszczeniem

Przyczyna	Skutek
Siew rzepaku 25 sierpnia	5% strat plonu powoduje 100 samosiewów jęczmienia na m^2
Siew rzepaku 9 września	5% strat plonu powoduje 10 samosiewów jęczmienia na m^2
150 chwastów dwuliściennych	8% strat plonu
Każde 5% pokrycia pola chwastami wiosną	powoduje spadek plonu o 1% (Szkocja)
Około 20 roślin samosiewów zbóż	to próg ekonomicznej szkodliwości (Francja, Niemcy)
Im późniejszy siew, tym większe straty plonu	5% strat nie jest podstawą do stosowania herbicydów (Anglia)

9.4. Systemy wspomagania decyzji

Dodatkowe informacje można znaleźć pod następującymi adresami internetowymi:

www.ior.poznan.pl
www.iung.pulawy.pl
www.ihar.edu.pl
www.imgw.pl
www.minrol.gov.pl
www.cdr.gov.pl
www.piorin.gov.pl

9.5. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Właściwy dobór środka ochrony roślin i jego dawki, zapobieganie uodparnianiu się chwastów

Integrowana ochrona roślin zakłada połączenie różnych metod ograniczania chwastów oraz ich bezpośredniego zwalczania (Korbas i wsp. 2018). Podstawowym założeniem jest ograniczenie stosowania herbicydów (dawka, liczba zabiegów). Istnieje kilka sposobów umożliwiających obniżenie dawki podstawowej lub użycia jej w najniższym zakresie dopuszczonym przez procedury rejestracyjne.

- Ograniczenie zabiegów przedwschodowych – jest możliwe (zalecane) na glebach o dużym kompleksie sorpcyjnym. Bez względu na zalecenia agrotechniczne rzepak jest siany na różnych typach gleb. Herbicydy doglebowe, w tym mieszaniny fabryczne i zbiornikowe, często są zalecane w pewnym zakresie dawek od minimalnych do maksymalnych. Dawki wyższe są zalecane na glebach ciężkich, bogatych w próchnicę. Kompleks sorpcyjny takich gleb

unieruchamia część substancji czynnych i warunkuje stosowanie wysokich dawek herbicydów (nie wyższe niż zalecenia rejestracyjne). Warto jednak rozpatrzyć sytuację, w której zabieg przedwschodowy można zastąpić wczesnym nalistnym, unikając zwiększonej koncentracji herbicydu.

- Stosowanie środków powschodowych na najbardziej wrażliwe fazy wzrostu chwastów, także młodszych niż zalecane. Dotyczy to przede wszystkim zabiegów nalistnych wykonywanych metazachlorem, który jest substancją działającą przez glebę, ale także zalecaną nalistnie. Związek ten jest w stanie zniszczyć chwasty o jeszcze bardzo słabo wykształconym systemie korzeniowym. Preparaty działające przez zielone części chwastów są skutecznejsze po aplikacji we wczesnych fazach rozwojowych (do 4 liści właściwych). Najlepsze efekty zwalczania starszych chwastów uzyskuje się po zastosowaniu propyzamidu.
- Wysokość dawek a wrażliwość poszczególnych gatunków chwastów. Stosowanie niektórych herbicydów i mieszanin herbicydowych jest zalecane w dawkach, na które chwasty są wrażliwe w 85–100%. Rzeczywista wrażliwość poszczególnych gatunków z tego przedziału jest jednak różna. Pewne gatunki wymagają zastosowania dawki najwyższej, inne pośredniej, a jeszcze innym wystarcza dawka najniższa. Podczas podejmowania decyzji o zabiegu należy przeprowadzić szczegółową analizę zaleceń. Należy wziąć pod uwagę, że wiele kombinacji herbicydowych jest zalecanych w pewnym przedziale dawek przeznaczonych na chwasty w różnych fazach rozwojowych. Korzystnie jest wykonać zabieg na młodsze chwasty, do zniszczenia których można zastosować dawki najniższe. Postępować należy rozważnie. Po zbyt szybko wykonanym zabiegu może pojawić się kolejna fala wschodów chwastów, której zwalczenie będzie wymagało następnego zabiegu przy użyciu innej substancji czynnej. Dlatego z zabiegiem należy się spieszyć, ale w sposób kontrolowany.
- Wykonywanie zabiegów w optymalnych terminach. Czynnik ten w dużej mierze jest związany z warunkami klimatycznymi. Jedno z zaleceń dopuszcza wykonywanie zabiegów do końca wegetacji jesiennej. Oznacza to, że zaraz po zastosowaniu herbicydu może nastąpić obniżenie temperatury, rozpoczynające okres spoczynku zimowego. Wiele herbicydów wywołuje mały stres u rośliny uprawnej. Widocznym przykładem takiego działania jest chlomazon, którego działanie objawia się bieleniem blaszek liściowych od ich szczytu, spowodowane czasowym zanikiem chlorofilu. W celu jego odbudowy konieczny jest chociażby krótki okres potrzebny do regeneracji. Podobne zagrożenie (inne objawy lub brak ich w formie widocznej) dotyczy plantacji, na których opóźniono jesienne zabiegi. Wyjątkiem jest propyzamid, którego optymalne działanie chwastobójcze przebiega w przedziale 0–15°C. W wyższej temperaturze następuje rozkład propyzamidu, który także jest pod tym względem wrażliwy na światło. Stąd lepsze działanie wykazuje jesienią (chłodniej, ciemniej) niż po zabiegu wykonanym wiosną (cieplej, jaśniej). Cecha ta także pozwala stosować

propyzamid w okresie zimy, gdy temperatura podczas zabiegu nie spada poniżej zera, a powierzchnia pola jest wolna od śniegu.

Niektóre preparaty stosowane w rzepaku są lotne. Należy do nich napropamid, który po zabiegu należy koniecznie wymieszać z glebą (np. broną) na głębokość do 3 cm. W przypadku stosowania mieszanin z udziałem napropamidu mieszanie nie jest wskazane. Inaczej reaguje chlomazon. Zastosowany w temperaturze powyżej 20°C zaczyna intensywnie parować i unosić się (inwersja). Po schłodzeniu opada, ale na ogół na sąsiadujące pola lub inne obiekty, niszcząc znajdującą się na nich roślinność, co w IP jest niedopuszczalne.

Zabiegi desykacji. Proces produkcji nasion rzepaku ozimego może (nie musi) kończyć zabieg desykacji. Zaleca się stosowanie środków zawierających glifosat, który równocześnie zwalcza chwasty uniemożliwiające lub utrudniające zbiór. Żadnych preparatów zawierających glifosat nie można stosować na plantacjach reprodukcyjnych. Nasiona przeznaczone mogą być jedynie do przemysłu spożywczego lub technicznego.

Wykorzystanie adiuwantów i kondycjonerów. W rzepaku tego typu środki wspomagające cieszą się stosunkowo małą popularnością. Obligatoryjnie należy je stosować z preparatami stanowiącymi mieszaninę chinomeraku, izamokosu oraz metazachloru. W starszych zaleceniach rekomendowano łączne stosowanie propyzamidu z adiuwantami, które obecnie jest dozwolone, ale nie obligatoryjnie zalecane, zgodnie z rejestracją. Również adiuwanty można stosować z niektórymi graminicydami (np. chizalofop-P-etylowy). Nowością jest stosowanie adiuwantów przedwschodowo. Zaletą ich jest (Idziak i Woźnica 2016) aktywacja herbicydów doglebowych przez zwiększenie rozpuszczalności substancji czynnej, równomierne jej rozmieszczenie w strefie kiełkowania nasion chwastów, lepszy kontakt z cząsteczkami glebowymi, penetrację gruzełków i pobieranie przez chwasty, co przekłada się na wyższą skuteczność chwastobójczą, szczególnie w warunkach suszy glebowej. Kondycjonery powinny być wykorzystywane, jeżeli w obrębie gospodarstwa istnieje dostęp do wody twardej.

Mieszaniny. Istnieją dwa typy mieszanin: fabryczne i zbiornikowe. W przypadku mieszanin zbiornikowych istnieje możliwość stosowania poszczególnych substancji czynnych w różnych proporcjach.

Kluczem jest wrażliwość chwastów na poszczególne związki. W takiej sytuacji należy zwrócić uwagę na niszczenie chwastów średnio wrażliwych. Często dwie substancje tylko częściowo ograniczają występowanie danego gatunku, a zastosowane łącznie eliminują go całkowicie. Podobnie można postąpić w przypadku

chęci zniszczenia chwastów, które nieco przekroczyły fazę największej wrażliwości. Mieszaniny zbiornikowe można stosować nawet wtedy, gdy takiego wariantu nie ma zamieszczonego w etykiecie. Działanie takie jest dozwolone, chociaż opatrzone klauzulą, że w przypadku braku skuteczności lub uszkodzenia rośliny chronionej użytkownik nie ma prawa odwołania się (złożenia reklamacji) do żadnej instancji. Dlatego, korzystając z takiej możliwości, należy sprawdzić, skąd pochodzi takie zalecenie. Źródło musi być pewne! Mogą to być wyniki badań naukowych, zalecenia uznanych doradców, zalecenia producentów środków ochrony roślin, często oferowane jako tzw. dwupaki.

Zagadnienie uodparniania się chwastów. Problem sam w sobie jest bardzo skomplikowany. W warunkach krajowych szerzej został opisany przez Adamczewskiego (2014). Praktyków jednak bardziej od podstaw naukowo-badawczych interesuje doraźne zapobieganie lub likwidacja tego zjawiska, jeżeli już zaistniało. Postępowanie w obu przypadkach jest bardzo podobne. Podstawową receptą jest stosowanie na tym samym areale (w ramach gospodarstwa) substancji czynnych o różnych mechanizmach działania. Mogą one być komponentami mieszanin fabrycznych lub zbiornikowych. Warunek taki można spełnić, znając klasyfikację poszczególnych substancji czynnych, którą przedstawiono w tabeli 26. Zestawiono w niej substancje czynne (6 grup) przeznaczone do odchwaszczania rzepaku jarego i ozimego.

Wszystkie zarejestrowane herbicydy do odchwaszczania rzepaku jarego i ozimego można stosować, nie naruszając zasad metod integrowanych. Zaleceniem

Tabela 26. Klasyfikacja substancji czynnych stosowanych w rzepaku według mechanizmów działania

Mechanizm działania oraz kod według HRAC	Substancje czynne
Inhibitory syntezy lipidów [A]	chizalofop-p-etylowy, chizalofop-p-tefurylu, cykloksydym, fluazyfop-p-butylowy, haloksyfop-p, kletodym
Inhibitory syntezy aminokwasów [B]	flupyrsulfuron metylowy, imazamoks
Destruktory błon komórkowych [E]	bifenoks
Inhibitory syntezy pigmentów [F1, F2, F3]	chlomazon
Inhibitory wzrostu merystemów [I, K1, K3, N]	dimetachlor, dimetenamid-p, metazachlor, napropamid, petoksamid, propyzamid
Regulatory wzrostu [O]	aminopyralid, chinomerak, chlopyralid, pikloram

jest stosowanie ich zgodnie z Dobrą Praktyką Ochrony Roślin (DPOR). Zaleca się uwzględniać wszystkie czynniki mające wpływ na zachwaszczenie, począwszy od zmianowania, przygotowania gleby, uwzględnienia warunków klimatycznych, przygotowania sprawnego sprzętu opryskowego i pozostałych elementów mających bezpośredni i pośredni wpływ na poziom zachwaszczenia tak, aby zużycie herbicydów było jak najmniejsze.

10. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

10.1. Najważniejsze choroby

Prawidłowa identyfikacja, a następnie skuteczne ograniczanie chorób, jest jednym z najważniejszych elementów integrowanej ochrony roślin. Rzepak porażany jest przez wielu sprawców chorób. Należą do nich przede wszystkim grzyby chorobotwórcze, a także organizmy grzybopodobne, pierwotniaki, wirusy, bakterie i fitoplazmy (Mrówczyński i wsp. 2008). W zależności od rejonu uprawy, przebiegu pogody w sezonie i fazy rozwojowej tej ważnej gospodarczo rośliny obserwuje się kilka chorób, których sprawcami są głównie *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et De Not., *Leptosphaeria biglobosa* Shoemaker et H. Brun [*Phoma lingam* (Tode) Desm.] odpowiedzialne za suchą zgniliznę kapustnych, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary powodujący zgniliznę twardzikową i *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh. i *A. alternata* (Fr.) Keissl. – sprawcy czerni krzyżowych oraz lokalnie *Plasmodiophora brassicae* Woronin – sprawca kiły kapusty. Mniejsze znaczenie mają pozostałe choroby: zgorzel siewek (kompleks grzybów), szara pleśń [*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, (*Botrytis cinerea* Pers.)], cylindrosporioza (*Pyrenopeziza brassicae* B. Sutton et Rawl., *Cylindrosporium concentricum* Grev.), mączniak rzekomy [*Hyaloperonospora parasitica* (Pers.) Fr.], mączniak prawdziwy (*Erysiphe cruciferarum* Opiz ex Junell) i inne (Jajor i wsp. 2008a). Spośród wirusów występuje przede wszystkim wirus żółtaczki rzepy (*Turnip yellow mosaic virus,* TuYV) oraz niekiedy obserwuje się objawy infekcji wirusa mozaiki rzepaku (*Turnip mosaic virus*, TuMV). Większe nasilenie tych ostatnich chorób obserwuje się w sezonach i rejonach sprzyjających występowaniu ich wektorów, czyli mszyc. Objawy porażenia przez fylloidozę rzepaku (*Phytoplasma asteris*) są dobrze widoczne dopiero w okresie dojrzewania rzepaku. Ich obecność również związana jest ze sprzyjającymi warunkami do licznego wystąpienia jesienią owadów, wektorów tej bakterii. Choroby występujące w rzepaku powodowane są przez jednego lub kilku sprawców, a ich znaczenie zależy od formy rzepaku, czyli ozimej lub jarej (Budzyński 2013) (tab. 27).

W integrowanej metodzie nieodzowna jest znajomość źródeł pierwotnych infekcji, czyli miejsc, w których bytuje patogen, i z których dokonuje pierwotnego porażenia (tab. 28). W glebie, na resztkach pożniwnych lub chwastach znajduje się liczna grupa patogenów w postaci struktur przetrwalnikowych, grzybni czy zarodników zdolnych do porażenia nowych zasiewów rzepaku. Głównym źródłem pierwotnego porażenia przez grzyby rodzaju *Leptosphaeria* są resztki pożniwne

Tabela 27. Znaczenie sprawców chorób w uprawie rzepaku ozimego i jarego

Choroba	Sprawca	Potencjalne zagrożenie	
		rzepak ozimy	rzepak jary
Czerń krzyżowych	*Alternaria* spp.	++	+++
Cylindrosporioza roślin kapustowatych	*Pyrenopeziza brassicae*, st. kon. *Cylindrosporium concentricum*	+	–
Kiła kapusty	*Plasmodiophora brassicae*	+++ (lokalnie)	+++ (lokalnie)
Mączniak prawdziwy rzepaku	*Erysiphe cruciferarum*	+	+
Mączniak rzekomy krzyżowych	*Hyaloperonospora parasitica, H. brassicae*	+	++
Sucha zgnilizna kapustnych	*Leptosphaeria maculans, L. biglobosa*; st. kon. *Phoma lingam*	+++	+
Szara pleśń	*Botryotinia fuckeliana*; st. kon. *Botrytis cinerea*	++	++
Werticilioza rzepaku	*Veritcillium longisporum*	+	–
Zgnilizna twardzikowa	*Sclerotinia sclerotiorum*	+++	++
Zgorzel siewek	*Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria* spp., *Phoma lingam*, *Fusarium* spp. i inne	++	++
Fylloidoza rzepaku	*Phytoplasma asteris*	+	–
Mozaika rzepaku	*Turnip mosaic virus*, TuMV	+	–/+
Wirus żółtaczki rzepy	*Turnip yellow mosaic virus*, TuYV	+	–/+

– choroba nie występuje; + choroba o znaczeniu lokalnym; ++ choroba ważna; +++ choroba bardzo ważna

z poprzedniego sezonu (Weber i Karolewski 1997). Dużym problemem są też struktury przetrwalnikowe grzybów – bardzo odporne na niekorzystne działanie wielu czynników środowiska, zachowując żywotność w glebie przez wiele lat. Mogą to być zarodniki przetrwalnikowe *P. brassicae* (kiła kapusty), sklerocja *Sclerotinia sclerotiorum* (zgnilizna twardzikowa), czy mikrosklerocja *Verticillium* spp. (werticilioza rzepaku) (Korbas i wsp. 2008). Wśród źródeł infekcji ważne miejsce zajmują też nasiona, zwłaszcza jeśli materiał siewny pochodzi z plantacji, na której w poprzednim sezonie choroby występowały w większym nasileniu.

W tym przypadku znaczenia nabiera również wiedza dotycząca orientacyjnych warunków, w których najszybciej rozwijają się sprawcy chorób (tab. 28). Podwyższona wilgotność gleby i powietrza oraz częste i obfite opady – to podstawowy

warunek wystąpienia patogenów w dużym nasileniu. Temperatura ma tu drugorzędne znaczenie, ale pewne optymalne wartości muszą zostać zachowane, aby doszło do infekcji (Jędryczka 2006; Jajor i wsp. 2008a, 2010). W latach wilgotnych na znaczeniu zyskują szczególnie zgnilizna twardzikowa, mączniak rzekomy, szara pleśń oraz kiła kapusty, natomiast w sezonach, gdy występują niedobory opadów – w większym nasileniu występuje werticilioza oraz mączniak prawdziwy. Występowanie sprawców chorób w uprawie rzepaku w istotny sposób zależy więc od czynników klimatycznych, a umiejętna analiza stopnia porażenia roślin w połączeniu z parametrami pogody pozwala na zastosowanie fungicydów w najodpowiedniejszym terminie (Mączyńska i wsp. 2001).

Przeciętne straty plonu nasion rzepaku wynikające z porażenia przez sprawców chorób wynoszą około 15–20%. Jednakże niektóre patogeny mogą powodować znacznie większe straty, niekiedy dochodzące nawet do 50–70%, a nawet 100% potencjalnego plonowania. Intensywność występowania chorób zależy od wielu czynników, m.in. od struktury populacji i biologii danego patogena, uprawianych odmian, warunków klimatycznych, jak również stosowanych praktyk rolniczych, metod uprawy, ochrony roślin i interakcji między tymi czynnikami (Mrówczyński 2013).

Wszystkie części roślin są porażane przez sprawców chorób, jednakże głębokie porażenie tkanek korzeni, łodyg oraz łuszczyn jest dla roślin najgroźniejsze w skutkach. Dotkliwość strat wywołanych przez patogeny zależy również od momentu infekcji, im wcześniejsza tym jej następstwa są większe. Jeżeli do porażenia dochodzi w zaawansowanej fazie rozwoju rośliny, najczęściej nie dochodzi do większych strat w plonie. Redukcja plonu wiąże się z tym, że porażone liście mają ograniczone procesy asymilacji, natomiast zwiększa się ich intensywność transpiracji. Porażenie łodyg powoduje ograniczenie przewodzenia substancji pokarmowych i wody, skutkujące więdnięciem i zamieraniem roślin. Porażeniu ulegają również łuszczyny, co często bezpośrednio powoduje redukcję plonu na skutek osypywania się nasion. Jakość plonu z chorych roślin jest niezadowalająca, bowiem nasiona są drobne, niedorozwinięte, uzyskuje się z nich mniej oleju, o gorszej jakości. Nasiona z porażonych łuszczyn są często zanieczyszczone przez grzyby w postaci zarodników, grzybni lub sklerocjów. Pogarsza to istotnie jakość surowca dla przemysłu i jakość materiału siewnego (Ostry 2008; Korbas i wsp. 2011; Tys i wsp. 2011).

Właściwa diagnoza choroby to niezbędny krok w integrowanej ochronie roślin. Po pierwsze, istotna jest wiedza, jakie choroby w danej fazie można zaobserwować i, po drugie, znajomość objawów powodowanych przez ich sprawców (Rimmer i wsp. 2007; Kryczyński i Weber 2011; Korbas i wsp. 2018) (tab. 29; rys. 4; fot. 24–40).

Tabela 28. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura	wilgotność
Czerń krzyżowych	nasiona, resztki pożniwne, chwasty	10–30°C, optymalnie 20–25°C	wysoka wilgotność powietrza
Cylindrosporioza roślin kapustowatych	resztki pożniwne, nasiona	8–24°C, optymalnie 16°C	wysoka wilgotność gleby i powietrza
Kiła kapusty	gleba, woda	6–35°C, optymalnie 20–24°C	wysoka wilgotność gleby
Mączniak prawdziwy rzepaku	chwasty, samosiewy	17–25°C	niska wilgotność powietrza
Mączniak rzekomy krzyżowych	resztki pożniwne, samosiewy, nasiona	8–20°C, optymalnie 15°C	wysoka (szczególnie w okresie kiełkowania i rozwoju siewek)
Sucha zgnilizna kapustnych	resztki pożniwne, samosiewy, nasiona	5–25°C	wysoka wilgotność gleby i powietrza
Szara pleśń	resztki pożniwne, samosiewy, chwasty, nasiona, gleba	10–18°C, optymalnie 15°C	wysoka wilgotność powietrza
Werticilioza rzepaku	resztki pożniwne, grzybnia, mikrosklerocja w glebie	16–25°C	niska wilgotność gleby
Zgnilizna twardzikowa	gleba i materiał siewny (sklerocja)	5–25°C, optymalnie 16–22°C	wysoka wilgotność gleby i powietrza
Zgorzel siewek	gleba, materiał siewy	umiarkowana	wysoka wilgotność gleby
Fylloidoza rzepaku	inne gatunki roślin	czynniki sprzyjające występowaniu wektorów, głównie skoczków	
Mozaika rzepaku	inne gatunki roślin kapustowatych	czynniki sprzyjające występowaniu wektorów wirusów, czyli mszyc	
Wirus żółtaczki rzepy	inne gatunki roślin uprawnych (np. ziemniak, burak) i kapustowatych		

Tabela 29. Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób rzepaku

Choroba	Cechy diagnostyczne	Inne choroby lub czynniki wywołujące podobne objawy
1	2	3
Czerń krzyżowych	Siewka – przewężenie szyjki korzeniowej oraz czarne plamy na części podliścieniowej łodygi; na liścieniach brunatne, owalne plamy; rośliny są osłabione i zamierają (zgorzel siewek). Liście – owalne, wklęsłe plamy o barwie od jasnobrunatnej do czarnej z żółtą obwódką, na większych plamach często koncentryczne strefowanie; plamy stopniowo zlewają się. Łodyga – na pędzie głównym oraz pędach bocznych podłużne, czarne lub bladoszare plamy o wyraźnie zaznaczonych brzegach. Łuszczyny – podłużne lub owalne, wklęsłe plamy w kolorze brunatnym lub czarnym; powodują deformację łuszczyn oraz przedwczesne pękanie.	mączniak rzekomy, sucha zgnilizna kapustnych, szara pleśń
Cylindrosporioza roślin kapustowatych	Liście – koncentrycznie ułożone białe punkty (owocniki-acerwulusy), które powodują pękanie skórki, zmiany te są szarobiałe, nieregularne, pojawia się deformacja oraz zamieranie liści. Łodyga – białe lub szare punkty z czarnymi cętkami na obwodzie, potem podłużne, jasnobrunatne plamy z ciemną obwódką o chropowatej i popękanej powierzchni. Łuszczyny – podłużne, brązowe plamy, deformacja łuszczyn.	mączniak prawdziwy, sucha zgnilizna kapustnych, szara pleśń, otarcia mechaniczne, ślady po nawożeniu
Kiła kapusty	Korzeń – początkowo kremowobiałe, twarde narośla o różnym kształcie i wielkości, które następnie brunatnieją, gniją i rozpadają się; narośla występują na korzeniu głównym i korzeniach bocznych; na powierzchni korzeni nie ma włośników. Liście – o barwie żółtej, czerwonej lub fioletowej; więdną, a ich wzrost zostaje zahamowany (objawy niespecyficzne). Łodyga – więdnięcie oraz zahamowanie wzrostu; często przyspieszone pąkowanie oraz kwitnienie (objawy niespecyficzne).	zgorzele siewek, chowacz galasówek, niedobory pokarmowe, wirus żółtaczki rzepy

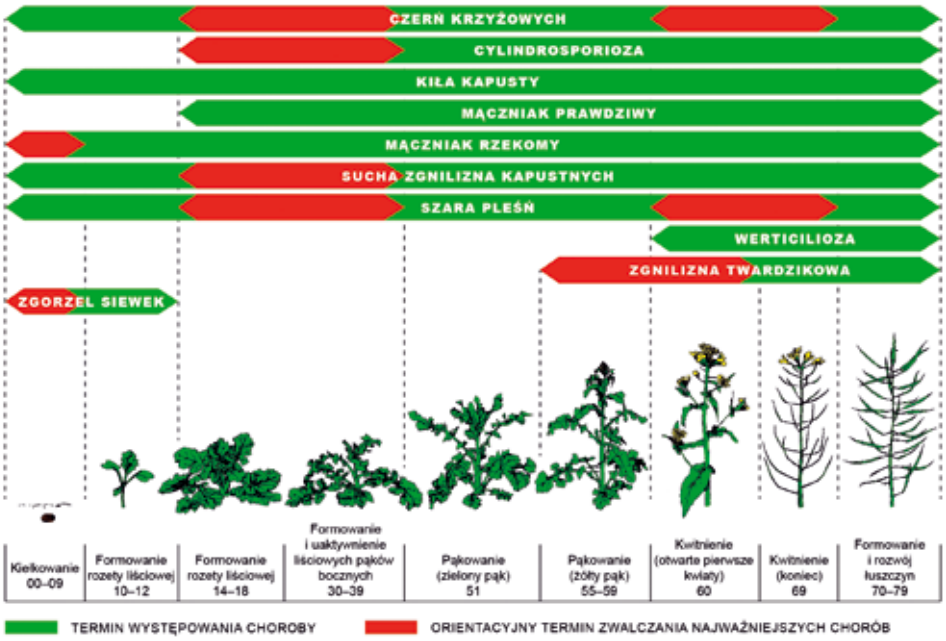
1	2	3
Mączniak prawdziwy rzepaku	Liście – początkowo niewielkie, okrągłe skupiska grzybni w postaci mączystego, białego nalotu, który stopniowo się powiększa; blaszki lisciowe żółkną i zamierają. Łodyga – początkowo niewielkie, okrągłe skupiska grzybni w postaci mączystego, białego nalotu, który stopniowo się rozrasta; pod nalotem brunatnofioletowe plamy. Łuszczyny – początkowo niewielkie, okrągłe skupiska grzybni w postaci mączystego, białego nalotu, który stopniowo się rozrasta.	cylindrosporioza, szara pleśń, sucha zgnilizna kapustnych
Mączniak rzekomy krzyżowych	Liścienie – delikatny, szarobiały nalot struktur patogena na dolnej stronie blaszki; liścienie żółkną i zamierają. Liście – delikatny, szarobiały nalot struktur patogena na dolnej stronie blaszki; na górnej stronie blaszki liściowej (w miejscu wystąpienia nalotu) żółte plamy z nieregularną, brunatną obwódką; liście żółkną oraz zamierają.	sucha zgnilizna kapustnych, szara pleśń, czerń krzyżowych, cylindrosporioza
Sucha zgnilizna kapustnych	Siewka – brunatne, owalne nekrozy oraz przewężenie szyjki korzeniowej lub części korzenia; rośliny są osłabione i zamierają (zgorzel siewek). Liścienie, liście – owalne jasnobrązowe lub beżowe nekrozy często z żółtą (chlorotyczną) otoczką; na powierzchni plam skupiska piknidiów (czarne, kuliste punkty). Łodyga – podłużne, rozległe plamy w kolorze jasnobrunatnym z brunatną obwódką; na powierzchni plam skupiska piknidiów. Szyjka korzeniowa – początkowo ciemnobrunatne plamy, które stopniowo korkowacieją i murszeją; wyłamywanie się łodyg w okresie dojrzewania rośliny. Łuszczyny – rozległe plamy w kolorze jasnobrunatnym otoczone brunatną obwódką; na powierzchni plam skupiska piknidiów.	mączniak rzekomy, czerń krzyżowych, cylindrosporioza

Tabela 29. Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób rzepaku – cd.

Choroba	Cechy diagnostyczne	Inne choroby lub czynniki wywołujące podobne objawy
1	2	3
Szara pleśń	Liście – zagłębione, nieregularne plamy o barwie sinozielonej, pokryte szarobrązowym nalotem grzybni i zarodników konidialnych; liście deformują się i zamierają. Łodyga – zagłębione, nieregularne plamy o barwie szarobrunatnej pokryte szarym nalotem grzybni i zarodników konidialnych; wyłamywanie się i zamieranie łodyg. Łuszczyny – zagłębione, nieregularne plamy o barwie szarobrunatnej, pokryte szarym nalotem grzybni i zarodników konidialnych; przedwczesne zasychanie i pękanie łuszczyn oraz osypywanie nasion.	sucha zgnilizna kapustnych, zgnilizna twardzikowa, mączniak rzekomy
Werticilioza rzepaku	Liście – żółknięcie połowy liścia. Łodyga – na pędzie głównym oraz pędach bocznych żółtobrązowa, potem brunatna smuga; pod koniec dojrzewania wewnątrz oraz na powierzchni łodyg małe, czarne mikrosklerocja grzyba; skórka łodygi pęka pasami. Korzeń – ciemnoszary, brązowy lub czarny; stopniowo zamiera.	sucha zgnilizna kapustnych, zgnilizna twardzikowa, szara pleśń, fizjologiczne zamieranie łodyg
Zgnilizna twardzikowa	Liście – brunatne, nieregularne plamy. Łodyga – białoszare, niekiedy koncentrycznie strefowane na obwodzie łodygi; na ich powierzchni gęsta, watowata, biała grzybnia przerastająca również wnętrze łodygi; w obrębie grzybni tworzą się czarne, owalne przetrwalniki grzyba (sklerocja). Łuszczyny – bieleją; na zewnątrz i wewnątrz grzybnia oraz owalne, przypominające często nasiona, sklerocja.	szara pleśń

1	2	3
Zgorzel siewek	Siewka – owalne nekrozy o barwie brunatnej na szyjce korzeniowej oraz (lub) na korzeniu; roślina więdnie i zamiera. Liścienie – chlorotyczne lub brunatne nekrozy. Łodyga – biały nalot grzybni patogena (opilśń).	uszkodzenia przez szkodniki lub użycie niewłaściwego herbicydu
Fylloidoza rzepaku	Łodyga – miotlasty pokrój rośliny; zamiast pędu głównego powstaje kilka równorzędnych łodyg; pędy oraz łodyga niekiedy staśmione (płaskie). Kwiaty – osadzone bardzo gęsto; z kwiatów powstają twory przypominające strąki (fyllody – formy podobne do liści w miejscu kwiatostanów); roślina kwitnie słabo i nierównomiernie. Łuszczyny – bardzo zdeformowane.	uszkodzenia przez herbicydy, maszyny, szkodniki oraz zmiany fizjologiczne i mutacje
Mozaika rzepaku	Liście – wyraźna mozaika na młodych liściach; na starszych brzegi plam się rozmywają; liście drobne i pomarszczone. Kwiaty – przedwczesne opadanie pąków kwiatowych. Łuszczyny – deformowane i mniej liczne.	niedobór składników pokarmowych
Wirus żółtaczki rzepy	Liście – początkowo starsze liście zmieniają kolor na czerwony lub fioletowy następnie objawy pojawiają się również na młodszych liściach. Często przebiega bezobjawowo.	niedobór wody i składników pokarmowych, wpływ mrozu, starzenie się roślin, uszkodzenia przez herbicydy

Rys. 4. Występowanie najważniejszych chorób podczas wegetacji rzepaku



Fot. 24. Czerń krzyżowych – brunatne, owalne plamy na liściach rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 25. Czerń krzyżowych – brunatne, owalne plamy na łuszczynach rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 26. Cylindrosporioza – rozproszone, owalne lub nieregularne, szarobiałe plamy wraz z pękającą powierzchnią liścia rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 27. Kiła kapusty – przebarwione liście świadczące o nieprawidłowym pobieraniu składników pokarmowych przez zdeformowany system korzeniowy (fot. M. Korbas)

Fot. 28. Kiła kapusty – narośle kiły kapusty na korzeniu rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 29. Mączniak prawdziwy – biały nalot grzybni na łuszczynach rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 30. Mączniak rzekomy – chlorotyczne plamy z brunatną, nieregularną obwódką i strukturami patogena na dolnej stronie liścia rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 31. Sucha zgnilizna kapustnych – beżowe lub popielate plamy z czarnymi piknidiami (owocnikami) na powierzchni liścia rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 32. Sucha zgnilizna kapustnych – jasnoszare plamy z piknidiami i brunatną obwódką na łodydze rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 33. Szara pleśń – szary nalot grzybni na łodydze rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 34. Szara pleśń – szara, owalna plama na łodydze rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 35. Werticilioza – charakterystyczne smugi wzdłuż pędu rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 36. Zgnilizna twardzikowa – biały nalot grzybni na łodydze rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 37. Zgnilizna twardzikowa – białoszare plamy na łuszczynach rzepaku z widocznymi skupiskami grzybni (sklerocja) (fot. M. Korbas)

Fot. 38. Zgorzel siewek – przewężenie oraz zbrunatnienie szyjki korzeniowej i korzeni siewek rzepaku (fot. M. Korbas)

Fot. 39. Wystające nad łan rzepaku rośliny ze zniekształconymi łuszczynami – efekt porażenia przez fitoplazmy (fot. M. Korbas)

Fot. 40. Wirus żółtaczki rzepy – przebarwienia blaszki liściowej (fot. M. Korbas)

10.2. Niechemiczne metody ochrony przed chorobami

Strategie, które są używane w integrowanej ochronie roślin do ograniczania wystąpienia i rozprzestrzeniania się choroby zależą od plantatora. Do jego dyspozycji pozostaje przede wszystkim metoda agrotechniczna, hodowlana oraz biologiczna (tab. 30). Osiągnięcie zmierzonego celu, a więc skuteczne ograniczenie występowania chorób na plantacjach, wymaga dokładnego rozeznania w tych sposobach walki i kompleksowego, wzajemnie się uzupełniającego, korzystania z nich.

Metoda hodowlana

Plantatorzy mają do dyspozycji odmiany (najczęściej mieszańcowe), które charakteryzują się stosunkowo dobrą odpornością lub tolerancją na infekcje przez patogeny. We Wspólnotowym Katalogu Odmian (CCA – Common catalogue of varieties of agricultural plant species) oraz w Krajowym Rejestrze Odmian Roślin Uprawnych znajdują się odmiany z genami warunkującymi odporność na niektóre formy sprawców suchej zgnilizny kapustnych, kiły kapusty oraz wirusa żółtaczki rzepy, a także odmiany o podwyższonej odporności na porażenie przez grzyby powodujące zgniliznę twardzikową, czerń krzyżowych i cylindrosporiozę. Prace nad wyhodowaniem odmian odpornych na nowe, najbardziej rozpowszechnione szczepy patogenów nie są łatwe i wymagają wielu badań, sprawdzania w praktyce oraz doskonalenia. Często, mając wiedzę, jakie choroby w danym rejonie występują, lepiej można dobrać odpowiednią odmianę. W sytuacji, gdy trudno jest przewidzieć presję chorób i ich sprawców, warto na dużych plantacjach siać kilka odmian różniących się między innymi poziomem odporności. Szczegółowe informacje dotyczące roli hodowli w integrowanej ochronie rzepaku między innymi przed chorobami oraz doboru odpowiednich odmian znajdują się w rozdziale 6.

Metoda biologiczna

Ważne miejsce w integrowanej ochronie zajmuje metoda biologiczna. Polega ona na wykorzystaniu w zwalczaniu patogenów czynników biologicznych, czyli między innymi organizmów antagonistycznych, nadpasożytniczych lub środków pochodzenia naturalnego.

Metoda biologiczna ma zastosowanie w ograniczaniu porażenia rzepaku przez sprawcę zgnilizny twardzikowej. W tym celu na plantacji można doglebowo zastosować biopreparat zawierający zarodniki pasożytniczego grzyba *Coniothyrium minitans* (Contans WG) (Whipps i Gerlagh 1992; Weber 2002). Powoduje on wyniszczenie i rozpadanie się (lizę) sklerocjów. Jest to przydatne na polach, gdzie w latach poprzednich obserwowano porażenie roślin przez *S.*

sclerotiorum. Środek stosuje się przed siewem rzepaku ozimego. Po opryskaniu chronionej powierzchni glebę należy wymieszać na głębokość około 5–10 cm (tab. 30).

W metodzie biologicznej wykorzystuje się również inny organizm, jakim jest *Pythium oligandrum*. Jest to pasożyt niektórych gatunków grzybów chorobotwórczych. Zasiedla on strefę korzeniową, eliminując przez konkurencyjne działanie niektóre patogeny. Ma on zdolność, przy udziale enzymów, do rozkładania strzępek grzybów chorobotwórczych. Producent podaje, że środek (Polygreen Fungicide WP) zawierający *P. oligandrum* stymuluje również wzrost roślin i jego mechanizmy odpornościowe. Preparat ten zarejestrowany jest w rzepaku do ograniczania w okresie wegetacji sprawców suchej zgnilizny kapustnych i zgnilizny twardzikowej (tab. 30).

Do zaprawiania polecany jest również fungicyd mikrobiologiczny – Integral Pro, zawierający szczep MBI600 bakterii *Bacillus amyloliquefaciens*. Przeznaczony do stosowania w ochronie rzepaku ozimego i jarego przed suchą zgnilizną kapustnych. Środek działa również jako stymulator naturalnych mechanizmów obronnych roślin, dzięki czemu zmniejsza szkody powodowane przez pchełki w rzepaku.

Więcej informacji na temat metody biologicznej w zwalczaniu chorób rzepaku znajduje się w rozdziale 14.

Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna polega na prawidłowym i terminowym wykonywaniu wszystkich czynności związanych z planowaniem i prowadzeniem uprawy rzepaku.

Do najważniejszych metod ograniczania chorób należy prawidłowe zmianowanie, w którym stosowane są zasady maksymalnie dopuszczalnej koncentracji poszczególnych grup i gatunków roślin oraz niezbędne przerwy czasowe w powracaniu tego samego gatunku na dane pole (Adamiak 2013). Przyrodniczo poprawne następstwo roślin jest jednym z podstawowych, a zarazem i najtańszym elementem agrotechniki gwarantującym uzyskanie wysokich i wiernych plonów, przez między innymi zredukowanie zagrożenia ze strony grzybów chorobotwórczych (Budzyński 2013). Maksymalny udział rzepaku i innych roślin z rodziny kapustowatych w płodozmianie nie powinien być większy niż 25%, a przerwa w uprawie na tym samym polu powinna wynosić 3–4 lata. Dzięki temu zapewnia się optymalne warunki fitosanitarne na danym stanowisku. Najwartościowszy jest płodozmian o możliwie dużej liczbie uprawianych gatunków i odmian różniących się formą biologiczną (jare, ozime), długością okresu wegetacji, rozwojem systemu korzeniowego, biomasą nadziemną i architekturą łanu czy wrażliwością na agrofagi (Adamiak 2013). Patogeny obecne na niezmineralizowanych resztkach pożniwnych, samosiewach i chwastach oraz jako formy przetrwalnikowe – zarodniki przetrwalnikowe, sklerocja czy mikrosklerocja, tworzą w glebie

tzw. inokulum. Im dłuższa przerwa w uprawie roślin kapustowatych, tym żywotność struktur przetrwalnikowych, a tym samym poziom inokulum, się zmniejsza, przez co samooczyszczenie gleby z patogenicznych gatunków jest skuteczniejsze (Korbas i wsp. 2008; Budzyński 2013). W warunkach występowania lub tylko zagrożenia kiłą kapusty należy bezwzględnie wyeliminować z płodozmianów inne rośliny kapustowate (np. gorczycę), uprawiane na nasiona, biomasę międzyplonową do zaorania, na mulcz oraz użytkową paszowo (Budzyński 2013). Prawidłowy, odpowiednio skomponowany płodozmian pozwala więc przynajmniej częściowo zmniejszyć pulę organizmów chorobotwórczych. Po kilkuletniej przerwie w uprawie rzepaku występowanie patogenów nie ma już tak dużego wpływu na straty w plonie (Dembiński 1983).

Odpowiednie rozdrobnienie resztek pożniwnych, szczególnie w uproszczonych systemach, oraz głęboka i staranna orka w tradycyjnej uprawie, ma na celu przykrycie i przyspieszenie mineralizacji materii organicznej. Te zabiegi należą do podstawowych działań w integrowanej ochronie roślin. Rzepak jest gatunkiem, który na polu pozostawia dużą ilość resztek pożniwnych. Tworzą je: wysokie ściernisko, klapy wszystkich łuszczyn oraz duża część słomy (Budzyński 2013). Przykrywając odpowiednią warstwą gleby resztki pożniwne, ogranicza się kontakt saprotrofów, np. sprawców zgorzeli siewek czy szarej pleśni ze wschodzącymi, następczymi roślinami. Porażone w poprzednim sezonie fragmenty roślin są też głównym źródłem pierwotnego porażenia przez grzyby między innymi rodzaju *Leptosphaeria* (Weber i Karolewski 1997; Jędryczka 2006). Na porażonych fragmentach roślin tworzą się zarodniki workowe (askospory) tych gatunków, zdolne do porażenia roślin na tym samym polu. Przenoszą się one również z wiatrem na inne plantacje.

Istotnym elementem agrotechnicznej metody jest prawidłowa lokalizacja uprawy, tak, aby nie sąsiadowała ona z innymi uprawami rzepaku ozimego i jarego lub z uprawami gorczycy, z uwagi na możliwość przenoszenia się zarodników z wiatrem (np. sprawcy czerni krzyżowych, zgnilizny twardzikowej, suchej zgnilizny kapustnych, szarej pleśni).

Nasiona dorodne, wyrównane, wolne od patogenów, o dużej sile kiełkowania i wigorze, gwarantują szybkie i równomierne wschody oraz zapewniają prawidłowy rozwój roślin zdolnych konkurować z chwastami i charakteryzujących się większą odpornością na choroby oraz stres wywołany niedoborem opadów. Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego umożliwia wysiew optymalnej liczby nasion kiełkujących na jednostce powierzchni, co jest podstawowym warunkiem właściwego rozwoju roślin przed zimą i w konsekwencji dobrego przezimowania.

Z nasionami przenosi się liczna grupa patogenów (np. *Phoma lingam*, *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea, C. concentricum*), które po wysiewie powodują, razem z innymi mikroorganizmami obecnymi w glebie, zgorzele siewek.

W niedokładnie oczyszczonym materiale siewnym mogą znajdować się też przetrwalniki sprawcy zgnilizny twardzikowej, szarej pleśni lub nasiona chwastów. Rzepak należy wysiewać w dobrze przygotowane stanowisko, w optymalnym dla danego rejonu terminie, zachowując odpowiednią dla odmiany normę i głębokość siewu. Daje to gwarancje, że wschody będą wyrównane, a wschodzące rośliny wykształcą silny system korzeniowy i odpowiednią liczbę liści (Budzyński i Ojczyk 1996). Krótki okres wschodów, szybkie kiełkowanie i rozwój siewek pozwala uniknąć infekcji przez wiele organizmów chorobotwórczych. Zbyt wczesny siew zwiększa zagrożenie między innymi porażeniem roślin przez mączniaka rzekomego i w niektórych rejonach także przez kiłę kapusty. Późny siew, w niższych temperaturach sprzyja zgorzeli siewek. Najbardziej niekorzystna jest interakcja wczesnego i gęstego siewu (Budzyński 2013). Wysoka norma wysiewu i związane z tym większe zagęszczenie roślin ma szczególne znaczenie w warunkach częstych opadów atmosferycznych, gdyż zarodniki m.in. *Alternaria* spp., *B. cinerea*, *P. lingam* i *S. sclerotiorum* przenoszą się wraz z rozpryskującymi się kroplami deszczu i łatwo docierają do sąsiednich roślin. Ponadto w zwartym łanie dłużej utrzymuje się wysoka wilgotność, która sprzyja infekcji podczas wegetacji (Jajor i wsp. 2008a). Na sprzyjające warunki do rozwoju grzybów chorobotwórczych w gęstych łanach rzepaku zwracają również uwagę Wałkowski i Korbas (2000) oraz Mączyńska i wsp. (2012).

Dostarczenie składników pokarmowych, tj. makro- i mikroelementów, przyczynia się do zwiększenia odporności roślin na porażenie przez grzyby. Brak równowagi w odżywianiu, na co zwracał uwagę już Dembiński (1975), zwiększa ich podatność zarówno na stresy biotyczne, jak i abiotyczne. Szczególnie niebezpieczne w tym aspekcie są niedobory pokarmowe, zwłaszcza fosforu, azotu, potasu czy siarki. Pierwiastki te istotnie zwiększają wytrzymałość na różnego rodzaju stresy, jak choroby, wymarzanie, wyleganie czy przymrozki. Jednak zbyt duża ilość niektórych nawozów, na przykład azotowych, też zwiększa podatność roślin na choroby, między innymi na atak sprawców zgorzeli siewek, szarej pleśni czy zgnilizny twardzikowej. Aplikacja siarki, zwłaszcza wiosenna, wpływa natomiast na poprawę zdrowotności roślin (Jędryczka i wsp. 2002). Do prawidłowego rozwoju roślin, w tym pobierania przez nie składników pokarmowych, istotne znaczenie ma utrzymanie prawidłowego odczynu gleby. Niewłaściwe, a więc obniżone pH gleby, sprzyja infekcji roślin przez *P. brassicae*. W przypadku zagrożenia przez sprawcę kiły kapusty, aby zahamować rozwój jego zarodników przetrwalnikowych, wapnowanie należy przeprowadzać dopiero przed siewem rzepaku (Kryczyński i Weber 2011). W integrowanej metodzie podkreślenia wymaga stosowanie nawozów organicznych poprawiających strukturę gleby i wzbogacających ją w pożyteczne mikroorganizmy.

Podczas wegetacji należy ograniczać uszkodzenia mogące tworzyć się przez niewłaściwe zastosowanie herbicydów, żerowanie szkodników i zwierząt łownych,

przejazdy maszynami itp. Wszelkie przerwanie tkanek powoduje bowiem zwiększoną predyspozycję roślin na infekcje, na przykład przez sprawców szarej pleśni lub zgnilizny twardzikowej.

Tabela 30. Najważniejsze metody ograniczania poszczególnych sprawców chorób rzepaku

Choroba	Metody ograniczania			
	agrotechniczna	hodowlana	biologiczna	chemiczna
1	2	3	4	5
Czerń krzyżowych	płodozmian, niszczenie resztek pożniwnych, izolacja przestrzenna form jarych od ozimych, optymalne nawożenie, optymalny termin zbioru	uprawa odmian o większej odporności	–	zaprawianie nasion; opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Cylindrosporioza roślin kapustowatych	płodozmian, optymalna gęstość siewu, głęboka orka, opryskiwanie roślin	uprawa odmian o większej odporności	–	zaprawianie nasion; opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Kiła kapusty	płodozmian, wapnowanie przed siewem rzepaku, zwalczanie chwastów z rodziny kapustowatych w uprawach po rzepaku, uregulowanie stosunków wodnych w glebie; siew odmian o większej odporności; unikanie zbyt wczesnego siewu; dokładne czyszczenie maszyn, które używano na zainfekowanych polach	uprawa odmian z genami odporności	–	–
Mączniak prawdziwy rzepaku	płodozmian, właściwa norma wysiewu, optymalne nawożenie	–	–	–

Tabela 30. Najważniejsze metody ograniczania poszczególnych sprawców chorób rzepaku – cd.

Choroba	Metody ograniczania			
	agrotechniczna	**hodowlana**	**biologiczna**	**chemiczna**
1	2	3	4	5
Mączniak rzekomy krzyżowych	płodozmian, niszczenie resztek pożniwnych, optymalny termin siewu, właściwa głębokość i norma wysiewu, izolacja przestrzenna form jarych od ozimych	–	–	–
Sucha zgnilizna kapustnych	płodozmian, niszczenie resztek pożniwnych, zwalczanie szkodników, izolacja przestrzenna, właściwa głębokość i norma wysiewu, optymalne nawożenie	uprawa odmian z genami odporności	stosowanie bakterii *Bacillus amyloliquefaciens, Pythium oligandrum*	zaprawianie nasion; opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Szara pleśń	płodozmian, niszczenie resztek pożniwnych, izolacja przestrzenna form jarych od ozimych, optymalne nawożenie	–	–	zaprawianie nasion; opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Werticilioza rzepaku	płodozmian, właściwa norma wysiewu, optymalne nawożenie	–	–	–
Zgnilizna twardzikowa	płodozmian, odmiany o większej odporności, właściwa norma wysiewu, optymalne nawożenie	uprawa odmian o większej odporności	stosowanie *Coniothyrium minitans, Pythium oligandrum*	opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Zgorzel siewek	płodozmian, optymalny termin siewu, właściwa głębokość i norma wysiewu, dobra struktura gleby, zbilansowane nawożenie	–	–	zaprawianie nasion

Tabela 30. Najważniejsze metody ograniczania poszczególnych sprawców chorób rzepaku – cd.

Choroba	Metody ograniczania			
	agrotechniczna	hodowlana	biologiczna	chemiczna
1	2	3	4	5
Fylloidoza rzepaku	zwalczanie wektorów, zwalczanie chwastów – rezerwuarów fitoplazm	–	–	zmianowanie, głęboka orka, zwalczanie wektorów fitoplazm i usuwanie ich rezerwuarów
Mozaika rzepaku	płodozmian, optymalny termin siewu, zwalczanie wektorów	–	–	zwalczanie wektorów
Wirus żółtaczki rzepy	płodozmian, optymalny termin siewu, zwalczanie wektorów	uprawa odmian z genami odporności	–	zwalczanie wektorów

Tabela 31. Progi ekonomicznej szkodliwości najważniejszych sprawców chorób rzepaku

Choroby rzepaku	Progi szkodliwości [% roślin z pierwszymi objawami choroby]
Cylindrosporioza	10–20
Czerń krzyżowych	10–30 (20)
Szara pleśń	10–30 (20)
Sucha zgnilizna kapustnych	10–20
Zgnilizna twardzikowa	pierwsze oznaki choroby (1% roślin)

Regulacja liczebności chwastów, które mają udział w rozwoju patogenów, jest także elementem ograniczania źródła infekcji. Przy tym dodatkowo zagęszczają one łan, stwarzając dogodne warunki do rozwoju porażenia. Konieczna jest likwidacja chwastów i samosiewów, które są żywicielami patogenów i przenoszą lub utrzymują organizm chorobotwórczy zagrażający rzepakowi (np. kiła kapusty), również wtedy, gdy w danym roku na określonym polu, nie uprawia się rzepaku.

Termin zbioru również nie jest bez znaczenia w kontekście uzyskania dobrej jakości plonu nasion. Zbiór nasion należy przeprowadzić w optymalnym terminie, gdy tylko rośliny osiągną odpowiednią dojrzałość. Istotne jest to zwłaszcza,

gdy panuje w tym czasie podwyższona wilgotność powietrza, która sprzyja rozwojowi patogenów na łuszczynach i nasionach (Korbas i wsp. 2011).

W ramach stosowania integrowanej ochrony rzepaku przed sprawcami chorób należy zgodnie z Dobrą Praktyką Ochrony Roślin stosować zasady higieny fitosanitarnej polegające na czyszczeniu sprzętu rolniczego, maszyn wykorzystywanych przy zbiorze plonu, unikaniu łączenia nasion pochodzących z plantacji zdrowych i zainfekowanych. Staranne oczyszczenie maszyn i kół z resztek roślin oraz zainfekowanej gleby ma szczególne znaczenie w ograniczaniu porażenia roślin przez sprawcę kiły kapusty (Korbas i wsp. 2009).

Przestrzeganie wszystkich powyższych zasad zapewnia roślinom dobrą kondycję, a tym samym mniejszą podatność na porażenie przez patogeny. Pomaga to zwiększyć wydajność oraz produktywność gleby, umożliwiając roślinom wydanie dobrego pod względem jakościowym i ilościowym plonu.

10.3. Metody określania liczebności porażonych roślin i progi szkodliwości

Dokładna lustracja plantacji musi być być przeprowadzana regularnie, na reprezentatywnym obszarze pola, aby stwierdzić występowanie patogena i nasilenie zmian na roślinach wskazujących na porażenie. Aby określić próg szkodliwości (tab. 31), analizuje się losowo w 4–6 różnych punktach pola po 25 roślin, ogółem od 100 do 150, w zależności od wielkości pola, i ocenia się procent roślin z pierwszymi objawami danej choroby. Gdy zostanie osiągnięta wartość progu szkodliwości, należy wykonać opryskiwanie, używając odpowiedniego fungicydu. Pomocna jest tu również znajomość warunków sprzyjających występowaniu chorób (tab. 28). Diagnostykę, czyli prawidłowe rozpoznawanie chorób we właściwych stadiach rozwojowych, umożliwią: tabela 29., fotografie 24–40 oraz rysunek 4. Znajomość cyklu rozwojowego patogena oraz objawów obecności sprawcy choroby pozwala określić początek infekcji, jej nasilenie i na tej podstawie konieczność oraz termin zwalczania.

10.4. Systemy wspomagania decyzji

Dodatkowe informacje można znaleźć na następujących stronach internetowych:

www.ior.poznan.pl
www.iung.pulawy.pl
www.ihar.edu.pl
www.imgw.pl
www.minrol.gov.pl
www.cdr.gov.pl
www.piorin.gov.pl

Rolnicy uprawiający rzepak mają do dyspozycji narzędzia pomocne w określeniu zagrożenia ze strony sprawców suchej zgnilizny kapustnych i zgnilizny twardzikowej.

Sucha zgnilizna kapustnych – termin zabiegu chemicznego wyznacza się na podstawie monitoringu występowania askospor *Leptosphaeria* spp. (SPEC – System Prognozowania Epidemii Chorób – dostępny pod adresem http://cropnet.pl/dbases/spec/). Po stwierdzeniu dużego stężenia askospor w powietrzu należy wykonać zabieg, zwłaszcza gdy występują odpowiednie do rozwoju choroby warunki agroklimatyczne.

Zgnilizna twardzikowa – opracowano „test płatkowy", dzięki któremu ocenia się zagrożenie plantacji rzepaku przez sprawcę tej choroby w czasie kwitnienia rzepaku. W tym celu pobiera się kwiatostany z roślin w różnych, losowo wybranych punktach pola, a następnie wykłada się płatki kwiatowe na specjalnie przygotowaną pożywkę. Po 3–4 dniach uzyskuje się wynik testu. Zmiana zabarwienia pożywki wskazuje na zagrożenie plantacji zgnilizną twardzikową.

10.5. Chemiczne metody ochrony przed chorobami

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

W integrowanej ochronie przed sprawcami chorób ważnym i skutecznym zabiegiem jest zaprawianie nasion. Chroni ono kiełkujące, delikatne rośliny we wczesnych fazach wzrostu przed infekcją ze strony organizmów bytujących w glebie, na chwastach lub samosiewach, jak i znajdujących się na powierzchni lub wewnątrz nasion (np. sprawców zgorzeli siewek, mączniaka rzekomego, czerni krzyżowych, suchej zgnilizny kapustnych).

Kolejnym etapem ochrony chemicznej jest opryskiwanie fungicydami (Korbas i wp. 2018). Termin wykonania zabiegu zależy od fazy rozwojowej roślin oraz biologii patogenów, które w danym okresie powodują największe szkody. Jesienią, w fazie 4–8 liści właściwych, zabieg jest wykonywany głównie przeciwko sprawcom suchej zgnilizny kapustnych oraz czerni krzyżowych i szarej pleśni. Wiosną

po ruszeniu wegetacji, w okresie wydłużania pędu głównego, w warunkach sprzyjających rozwojowi chorób, zabieg ten można powtórzyć. W okresie kwitnienia, najczęściej w fazie opadania pierwszych płatków kwiatowych, wykonuje się zabieg przeciwko sprawcom zgnilizny twardzikowej, czerni krzyżowych i szarej pleśni. Niekiedy zabieg ten można opóźnić do fazy tworzenia pierwszych łuszczyn, jeżeli istnieje potrzeba ograniczenia czerni krzyżowych na łuszczynach.

Środki grzybobójcze wymagają dokładnego naniesienia cieczy użytkowej na chronione części rzepaku. W tym celu do aplikacji fungicydów zaleca się stosowanie rozpylaczy, które wytwarzają drobne krople. Zabieg należy przeprowadzić, gdy siła wiatru nie przekracza 4 m/s, a temperatura nie przekracza 25°C. Fungicydy triazolowe należy stosować w temperaturze powyżej 12°C.

11. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

Rzepak to roślina, która przez cały okres wegetacji narażona jest na presję ze strony szkodników. Wpływ na to ma wiele czynników, między innymi duża powierzchnia uprawy (ok. 1 mln ha), intensyfikacja produkcji, a jednocześnie stosowanie uproszczeń agrotechnicznych. Uprawia się odmiany zarówno mieszańcowe, jak i populacyjne, o różnej podatności i tolerancji na agrofagi. Obserwowane w ostatnich latach zmiany agroklimatyczne powodują wydłużenie wegetacji o ponad miesiąc, co wpływa na rozwój agrofagów, które mogą ograniczyć plonowanie oraz pogorszyć jakość surowca dla przemysłu rolno-spożywczego (Muśnicki i wsp. 2005).

Aby ograniczyć straty w wielkości i jakości plonu nasion rzepaku powodowanych przez agrofagi, zgodnie z decyzją Unii Europejskiej od 1 stycznia 2014 r. obowiązuje prowadzenie integrowanej ochrony roślin (Dyrektywa 2009). Integrowana ochrona jest natomiast podstawowym elementem integrowanej produkcji, a więc całościowego systemu prowadzenia gospodarstwa.

Integrowana ochrona roślin polega na wykorzystaniu wszelkich dostępnych metod, które do minimum ograniczają stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Jest także uznawana za program regulowannia liczebności szkodników w sposób pozwalający utrzymać populacje gatunków szkodliwych poniżej progu ekonomicznej szkodliwości. Uzyskuje się to dzięki wykorzystaniu warunków zwiększonego oporu środowiska -. w przeciwieństwie do wszystkich innych metod, które zapobiegają masowemu występowaniu szkodników przez ich niszczenie. Należy uwzględnić aspekty ekonomiczne oraz racjonalnie stosować środki ochrony roślin, tak, aby nie ucierpiały agrocenozy (Mrówczyński 2013).

Opracowanie proekologicznych zasad ochrony roślin rzepaku przed agrofagami jest szczególnie ważne, ponieważ wszelkie próby rozwiązywania problemów fitosanitarnych w oparciu tylko o metodę chemiczną są nieracjonalne i mało efektywne. Proekologiczne zasady i metody ochrony większości upraw przed agrofagami dotyczą: agrotechniki, hodowli nowych odmian, wykorzystania naturalnych elementów ekosystemu i racjonalnego stosowania środków ochrony roślin oraz innych agrochemikaliów (Pałosz 1988).

11.1. Ważniejsze gatunki szkodników

Programy ochrony wykorzystujące wszystkie dostępne metody integrowane są stosowane przede wszystkim do ochrony rzepaku ozimego przed szkodnikami,

których liczba (ok. 30) i znaczenie gospodarczego są duże. W Polsce średnie straty w plonach rzepaku ozimego spowodowane przez słodyszka rzepakowego i chowacze łodygowe wynoszą kilkanaście procent. Natomiast straty w plonie nasion powodowane przez wszystkie agrofagi dochodzą nawet do 50%, a niekiedy mogą być przyczyną całkowitego zniszczenia plantacji. W latach 80. i 90. ubiegłego wieku najważniejszymi szkodnikami rzepaku ozimego w Polsce były: słodyszek rzepakowy, chowacz brukwiaczek i chowacz czterozębny. Z prowadzonych obserwacji wynika, że obecnie wzrasta zagrożenie rzepaku przez śmietkę kapuścianą, mszyce, szkodniki łuszczynowe (chowacza podobnika, pryszczarka kapustnika), miniarki oraz tantnisia krzyżowiaczka, a lokalnie przez mączliki, szkodniki glebowe, wciornastki oraz nicienie i ślimaki (tab. 32–35, rys. 5, fot. 41–68) (Mrówczyński i wsp. 2017, 2018; Hołubowicz-Kliza i wsp. 2018; Strażyński i Mrówczyński 2018). Głównymi przyczynami wzrostu zagrożenia upraw rzepaku przez niektóre szkodniki są: uproszczenia agrotechniczne, zwiększenie powierzchni uprawy, „skrócenie" zmianowań, a także obserwowane zmiany klimatu (zwłaszcza wzrost temperatury powietrza oraz brak mroźnych zim).

Tabela 32. Znaczenie szkodników rzepaku ozimego i jarego w Polsce

Szkodniki	Rzepak ozimy	Rzepak jary
Bielinki (Pieridae)	+	+
Chowacz brukwiaczek (*Ceutorhynchus napi* Gyll.)	++	–
Chowacz czterozębny (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.)	+++	+
Chowacz galasówek (*Ceutorhynchus pleurostigma* Mrsh.)	+	+
Chowacz podobnik (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.)	++	++
Drążyny (*Baris* sp.)	+	+
Drutowce (Elateridae)	+	+
Gnatarz rzepakowiec (*Athalia rosae* L.)	++	+
Mączlikowate (Aleurodidae)	++	++
Miniarka kapuścianka (*Phytomyza rufipes* Meig.)	+	+
Mszyca kapuściana (*Brevicoryne brassicae* L.)	++	++
Mszyca brzoskwiniowa (*Myzus persicae* Sulz.)	+++	+
Nicienie (*Nematoda*)	+	–
Pchełka rzepakowa (*Psylliodes chrysocephala* L.)	+	–
Pchełki ziemne (*Phyllotreta* sp.)	++	+++
Pędraki (*Melolonthidae*)	+	–

Tabela 32. Znaczenie szkodników rzepaku ozimego i jarego w Polsce – cd.

Pryszczarek kapustnik (*Dasyneura brassicae* Winn.)	+++	+++
Rolnice (*Agrotinae*)	++	–
Słodyszek rzepakowy (*Meligethes aeneus* F.)	+++	+++
Ślimaki (*Gastropoda*) – pomrowik plamisty (*Deroceras reticulatum* Muller)	++	–
Śmietka kapuściana (*Delia brassicae* Bche.)	+++	++
Tantniś krzyżowiaczek (*Plutella xylostela* Curt.)	++	+
Wciornastki (*Thysanoptera*)	–	+
Gryzonie (*Rodentia*)	+	–
Zwierzyna łowna i ptaki	++	+

„–" szkodnik nie występuje; „+" szkodnik o znaczeniu lokalnym; „++" szkodnik ważny; „+++" szkodnik bardzo ważny

Tabela 33. Najważniejsze cechy biologiczne szkodników rzepaku ozimego i jarego

Szkodnik	Wielkość imago [mm]	Stadium szkodliwe	Stadium zimujące	Miejsce zimowania	Liczba pokoleń	Rośliny żywicielskie
Bielinek kapustnik	50 (rozp.*)	larwa	poczwarka	pnie drzew itp.	2	kapustowate
Bielinek rzepnik	40 (rozp.)	larwa	poczwarka	gleba	2	kapustowate
Chowacz brukwiaczek	3–4	larwa	imago	gleba	1	kapustowate
Chowacz czterozębny	2,5–3	larwa	imago	gleba	1	kapustowate
Chowacz galasówek	2–3	larwa	larwa/imago	narośla/ gleba	1	kapustowate
Chowacz podobnik	2,5–3	larwa	imago	gleba	1	kapustowate
Drążyny	3–4	larwa	imago	gleba	1	kapustowate
Drutowce	7–15	larwa	larwa/imago	gleba	1 (3–5 lat)	polifag
Gnatarz rzepakowiec	6–8	larwa	larwa	gleba	1–2	kapustowate
Mączlik warzywny	3 (rozp.)	larwa/imago	imago	liście	4–5	kapustowate

Tabela 33. Najważniejsze cechy biologiczne szkodników rzepaku ozimego i jarego – cd.

Szkodnik	Wielkość imago [mm]	Stadium szkodliwe	Stadium zimujące	Miejsce zimowania	Liczba pokoleń	Rośliny żywicielskie
Miniarka kapuścianka	2–3	larwa	poczwarka	gleba	3	kapustowate
Mszyca kapuściana	2–3	larwa/imago	jajo	kapustowate, chwasty	kilkanaście	kapustowate
Mszyca brzoskwiniowa	2–3	larwa/imago	jajo/imago	brzoskwinia, szklarnie	kilkanaście	polifag
Pchełka rzepakowa	3–4	larwa	imago	gleba	1	kapustowate
Pchełki ziemne	2–3	larwa/imago	imago	gleba	1	kapustowate
Pędraki	10–30	larwa/imago	larwa/imago	gleba	1 (2–5 lat)	polifag
Pryszczarek kapustnik	1,5	larwa	larwa	gleba	2–3	kapustowate
Rolnice	35–50	larwa	larwa	gleba	1–2	polifag
Słodyszek rzepakowy	1,5–2,5	larwa/imago	imago	brzegi lasów	1	kapustowate
Ślimaki	45	imago	jajo/imago	gleba	1–2	polifag
Śmietka kapuściana	5–6	larwa	poczwarka	gleba	3	kapustowate
Tantniś krzyżowiaczek	15–18	larwa	poczwarka/ imago	chwasty/ pod korą	2–4	kapustowate
Wciornastki	1–2	larwa/imago	larwa/imago	gleba	1	kapustowate

*rozp. – rozpiętość skrzydeł

Tabela 34. Uszkodzenia podziemnych części roślin rzepaku powodowane przez szkodniki

Szkodnik	Opis uszkodzeń
Chowacz galasówek	na szyjce korzeniowej lub korzeniu znaleźć można jedną lub kilka okrągłych, gładkościennych narośli o średnicy około 1 cm, po przekrojeniu narośli, we wnętrzu, znajduje się chodnik i larwa chowacza galasówka
Drążyny	w korzeniu i szyjce korzeniowej znaleźć można wydrążone chodniki i korytarze
Drutowce	uszkodzenia systemu korzeniowego – odgryzione korzenie boczne i pogryzienia korzenia głównego

Tabela 34. Uszkodzenia podziemnych części roślin rzepaku powodowane przez szkodniki – cd.

Szkodnik	Opis uszkodzeń
Gryzonie	uszkodzenia systemu korzeniowego – podgryzanie roślin podczas kopania pod nimi nor; obserwuje się także uszkodzenia liści i łodygi – szczególnie w początkowych fazach rozwoju rzepaku
Nicienie	rośliny skarlałe, źle rozwijające się, o liściach zaginających się i więdnących; na korzeniach zaobserwować można zniekształcenia i kuleczki – cysty nicieni
Pędraki	uszkodzenia systemu korzeniowego – odgryzione korzenie boczne i pogryziony korzeń główny
Rolnice	rośliny są podgryzane w okolicach szyjki korzeniowej, co powoduje ich odcięcie od korzeni; część z nich jest wciągana do otworów uprzednio zrobionych przez gąsienice w glebie; czasami również żery na liściach
Śmietka kapuściana	na szyjce korzeniowej i korzeniach występują brązowe przebarwienia oraz miejsca nadgniłe; korzenie boczne są częściowo obumarłe i z trudem można stwierdzić ich obecność podczas wyrywania roślin z ziemi; w zewnętrznej warstwie korzenia, jak też we wnętrzu szyjki korzeniowej, znajdują się chodniki z obumarłą tkanką, w której żerują larwy śmietki kapuścianej

Próg ekonomicznej szkodliwości jest to takie nasilenie szkodników, przy którym wartość spodziewanej straty w plonie jest wyższa od łącznych kosztów zabiegów. Progi ekonomicznej szkodliwości agrofagów są jednym z najważniejszych oraz najtrudniejszych do określenia elementów chemicznej ochrony roślin. Wartości progu szkodliwości nie należy traktować jednoznacznie. W zależności od fazy rozwoju rośliny, warunków klimatycznych czy występowania wrogów naturalnych, próg szkodliwości może ulec zmianie. Progi ekonomicznej szkodliwości stanowią pomoc przy podejmowaniu decyzji, ale nie mogą być jedynym kryterium (Piekarczyk i Woźny 1986).

Tabela 35. Uszkodzenia nadziemnych części roślin rzepaku powodowane przez szkodniki

Szkodnik	Opis uszkodzeń
Bielinki	wygryzione w blaszce liściowej okienka; starsze, bardziej żarłoczne gąsienice mogą szkieletować liście
Chowacz brukwiaczek	pierwsze objawy to miejsca „ukłuć" na łodydze wielkości około 1 mm, początkowo śluzowate, potem białawo obrzeżone; na łodydze, w trakcie wzrostu pędu głównego, okaleczone miejsca wydłużają się, tworzą cienkie rynny, zgrubienia oraz skrzywienia w kształcie litery „S", przede wszystkim w dolnej części łodygi; w tych miejscach łodygi pękają, często łamią się i stanowią bramę wejściową dla chorób; w rdzeniu łodygi można rozpoznać ślady żerowania larw

Tabela 35. Uszkodzenia nadziemnych części roślin rzepaku powodowane przez szkodniki – cd.

Szkodnik	Opis uszkodzeń
Chowacz czterozębny	pierwsze objawy to miejsca „ukłuć" na łodydze wielkości około 1 mm, początkowo śluzowate, potem białawo obrzeżone; na łodydze, w trakcie wzrostu pędu głównego, okaleczone miejsca wydłużają się, tworzą cienkie rynny, zgrubienia oraz skrzywienia w kształcie litery „S", przede wszystkim w dolnej części łodygi; w tych miejscach łodygi pękają, często łamią się i stanowią bramę wejściową dla sprawców chorób; w rdzeniu łodygi można rozpoznać ślady żerowania larw
Chowacz podobnik	łuszczyny pozostają zamknięte, jednak przedwcześnie żółkną, są lekko zdeformowane i mają jeden otwór; wewnątrz łuszczyny można znaleźć jedną larwę żerującą na nasionach
Gnatarz rzepakowiec	na dolnej stronie liści można zaobserwować ubytki tkanki zeskrobanej przez młode stadia larwalne oraz wygryzione w blaszce małe otwory; później występują gołożery powodowane przez starsze stadia larwalne, zjadane są całe liście, pozostają jedynie główne nerwy, kwiatostany i łuszczyny
Mączlik warzywny	żeruje na dolnej stronie liści, wysysając soki, na obficie wydalanej rosie miodowej rozwijają się grzyby sadzakowe
Miniarka kapuścianka	na ogonkach i blaszkach liściowych można zaobserwować miny powstałe wskutek wyjedzenia przez larwy znajdującego się pod skórką miękiszu; w minach znajdują się małe, białawe, beznogie larwy
Mszyca kapuściana	na wierzchołkowej części głównego pędu kwiatowego, a później pędów bocznych, występują liczne kolonie mszyc pokrytych woskowym nalotem; występują również na ogonkach liściowych i szypułkach łuszczyn oraz na łuszczynach i liściach; opanowane części roślin są zahamowane w rozwoju, a w warunkach niedoboru wilgoci żółkną i zasychają
Mszyca brzoskwiniowa	w okresie jesiennym – liczne kolonie mszyc, najczęściej na dolnej stronie blaszki liściowej rzepaku ozimego, deformacje liści, zahamowanie wzrostu, wtórne porażenia przez sprawców chorób; wektor wirusa żółtaczki rzepy (TuYV): skarłowacenie roślin, zredukowana powierzchnia blaszek liściowych, antocyjanowe przebarwienia na brzegach liści
Pchełka rzepakowa	na liścieniach i liściach występują typowe objawy żerowania (wygryzione otwory i szkieletowanie liści); bardzo duża liczebność populacji powoduje, że liście mogą zostać sitowato podziurawione; bardziej znaczący jest żer minujący w ogonkach liściowych, nerwach liściowych oraz rdzeniu; w chodnikach można znaleźć brązową mączkę lub brudnobiałe larwy
Pchełki ziemne	na młodych liściach, liścieniach, a nawet na kiełkach wschodzących roślin widać małe, okrągłe wyżerki o średnicy około 1 mm; uszkodzona tkanka liścieni traci szybko wodę i roślina zasycha w ciągu 2–3 dni; kiełki zostają zniszczone jeszcze przed wydostaniem się na powierzchnię
Pryszczarek kapustnik	łuszczyny przedwcześnie żółkną, nabrzmiewają, często ulegają zniekształceniom w okolicy wierzchołka, kurczą się i przedwcześnie pękają; we wnętrzu łuszczyn znajdują się liczne larwy (od 5 do 100) niszczące nasiona

Tabela 35. Uszkodzenia nadziemnych części roślin rzepaku powodowane przez szkodniki – cd.

Szkodnik	Opis uszkodzeń
Słodyszek rzepakowy	wygryzienia w pąkach kwiatowych, część całkowicie wydrążona; uszkodzone pąki żółkną, usychają, a następnie odpadają, pozostają jedynie szypułki kwiatowe; skutkiem są nieregularne kwiatostany, względnie nieregularnie rozłożone łuszczyny
Ślimaki	siewki po wschodach zjadane są w całości lub ścinane przez ślimaki tuż nad powierzchnią gleby
Tantniś krzyżowiaczek	na liściach znaleźć można liczne, drobne, okrągławe lub nieregularne okienka, powstałe po zeskrobaniu przez gąsienice dolnej skórki i miękiszu; górna skórka w miarę wzrostu liścia pęka i powstają otwory
Wciornastki	żółknięcie i inne przebarwienia na powierzchni łuszczyn
Zwierzyna łowna i ptaki	zgryzanie oraz wyżeranie nawet całych roślin podczas wschodów (ptaki) oraz w późniejszych fazach rozwojowych (zwierzyna łowna)

Fot. 41. Śmietka kapuściana (fot. P. Strażyński)

Fot. 42. Larwy śmietki kapuścianej (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 43. Korzeń rzepaku uszkodzony przez larwę chowacza galasówka (fot. P. Strażyński)

Fot. 44. Pchełka rzepakowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 45. Pchełka smużkowana (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 46. Liść rzepaku uszkodzony przez pchełki (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 47. Chowacz brukwiaczek (fot. P. Strażyński)

Fot. 48. Uszkodzenie łodygi przez chowacza brukwiaczka (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 49. Chowacz czterozębny (fot. P. Strażyński)

Fot. 50. Uszkodzenie łodygi przez chowacza czterozębnego (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 51. Gnatarz rzepakowiec (fot. P. Strażyński)

Fot. 52. Larwa gnatarza rzepakowca (fot. P. Strażyński)

Fot. 53. Tantniś krzyżowiaczek (fot. P. Strażyński)

Fot. 54. Gąsienica tantnisia krzyżowiaczka (fot. P. Strażyński)

Fot. 55. Objawy żerowania larwy miniarki kapuścianki (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 56. Słodyszek rzepakowy (fot. P. Strażyński)

Fot. 57. Chowacz podobnik (fot. P. Strażyński)

Fot. 58. Pryszczarek kapustnik (fot. P. Strażyński)

Fot. 59. Larwy pryszczarka kapustnika (fot. P. Strażyński)

Fot. 60. Wciornastek (fot. M. Mrówczyński)

Fot. 61. Mszyca kapuściana (fot. P. Strażyński)

Fot. 62. Mszyca brzoskwiniowa (fot. P. Strażyński)

Fot. 63. Objawy porażenia rzepaku ozimego przez wirus żółtaczki rzepy (fot. P. Strażyński)

Fot. 64. Mączlik warzywny (fot. P. Strażyński)

Fot. 65. Gąsienice bielinka kapustnika (fot. P. Strażyński)

Fot. 66. Gąsienica bielinka rzepnika (fot. P. Strażyński)

Fot. 67. Pędrak (fot. P. Strażyński)

Fot. 68. Gąsienica rolnicy (fot. P. Strażyński)

11.2. Niechemiczne metody ochrony przed szkodnikami

Agrotechnika

Ważnym elementem prawidłowo prowadzonej ochrony upraw rzepaku jest agrotechnika. Postępujące uproszczenia agrotechniczne prowadzą do wzrostu liczebności szkodników. Brak podorywek, stosowanie upraw bezorkowych oraz kolejne uproszczenia w płodozmianie roślin są czynnikami zwiększającymi prawdopodobieństwo masowego pojawu szkodników.

Przestrzeganie podstawowych zaleceń agrotechnicznych ma duże znaczenie i jest podstawą skutecznych programów ochrony rzepaku przed szkodnikami (tab. 36). Nie należy uprawiać rzepaku po rzepaku lub innych roślinach kapustowatych. Przestrzeganie dostatecznie dużej izolacji przestrzennej między tegoroczną i ubiegłoroczną plantacją rzepaku znacznie zmniejsza koszty zwalczania takich szkodników, jak chowacze łodygowe i pryszczarek kapustnik. Usuwanie z pól chwastów i ich pozostałości ogranicza występowanie tantnisia krzyżowiaczka. Należy pamiętać o prawidłowej orce i podorywce. Z punktu widzenia ochrony roślin za najlepsze przedplony dla rzepaku należy uznać wieloletnie rośliny bobowate, np. lucernę. Z praktyki wynika, że ze względów fitosanitarnych rzepaku ozimego nie należy uprawiać na tym samym polu częściej, niż co 4 lata (Mrówczyński 2013).

Dobór odmian

Jednym z aspektów nowoczesnej technologii produkcji rzepaku jest uprawa odmian wyselekcjonowanych, odpowiednich dla regionu uprawy i przemysłu. Ciągle trwające doświadczenia w ośrodkach hodowlanych i badania rejestracyjne dają każdego roku nowe jakościowo i bardziej plenne odmiany. Spośród oferowanych odmian należy wybrać bardziej mrozoodporne lub o większej odporności na agrofagi występujące w danym regionie uprawy, a także najplenniejsze. Prawidłowy, poparty wiedzą i doświadczeniem, wybór odmian jest ważnym elementem uzyskania dużych plonów dobrej jakości nasion rzepaku. Odmiany rzepaku ozimego bardzo wcześnie wznawiające wegetację po zimie są w większym stopniu uszkadzane przez chowacze łodygowe. Słodyszek rzepakowy w większym stopniu uszkadza odmiany, które zakwitają w terminie późniejszym (Mrówczyński 2003).

11.3. Chemiczne metody ochrony przed szkodnikami

Stosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest obecnie i pozostanie w najbliższych latach podstawową metodą ochrony upraw przed agrofagami. Dla większości chorób i szkodników nie ma obecnie opracowanych alternatywnych metod. Środki ochrony roślin należy stosować w sposób bezpieczny dla środowiska – zgodnie z zaleceniami podanymi na etykiecie (www.minrol.gov.pl). W ochronie rzepaku ozimego do działań takich należy zaliczyć:

- stosowanie selektywnych środków chemicznych, zapobiegające niszczeniu populacji owadów pożytecznych (zapylacze, naturalni wrogowie szkodników) oraz zmniejszaniu różnorodności ekosystemów rolniczych;
- ograniczenie powierzchni chronionej przez stosowanie zabiegów brzegowych (np. w zwalczaniu chowacza podobnika i pryszczarka kapustnika);
- ograniczenie dawki środka, stosowanie adiuwantów;
- wykonywanie zabiegów łączonych;
- stosowanie zapraw nasiennych (najmniej szkodliwych dla środowiska w ramach metody chemicznej), które często eliminują konieczność opryskiwania roślin w czasie wegetacji;

stosowanie insektycydowych zabiegów nalistnych w godzinach wieczornych z uwagi na bezpieczeństwo pszczół (fot. 69) i innych zapylaczy.

Bardzo ważne są termin i sposób wykonania zabiegu oraz warunki atmosferyczne, w jakich prowadzona jest ochrona. Dobór odpowiedniej dawki środka ochrony roślin, prawidłowe przygotowanie roztworu oraz właściwie wykonane opryskiwanie roślin mogą decydować o skuteczności zwalczania (Mrówczyński 2013).

Chemiczna ochrona roślin jest i w najbliższym czasie pozostanie jednym z podstawowych elementów integrowanych programów ochrony rzepaku (Mrówczyński 2003).

Fot. 69. Pszczoła miodna (fot. P. Strażyński)

11.4. Monitoring i progi ekonomicznej szkodliwości

Na podstawie monitoringu konkretnej uprawy i progów ekonomicznej szkodliwości podejmuje się decyzje o wykonaniu zabiegu i ustala optymalny jego termin (tab. 37). Ze względu na wiele czynników środowiskowych, tylko własne obserwacje polowe warunkują dobrą ocenę rzeczywistego zagrożenia upraw. Monitoring należy prowadzić na przykład za pomocą żółtych naczyń wypełnionych wodą (www.ior.poznan.pl).

Żółte naczynia to wypróbowany sposób monitorowania pierwszych nalotów i aktywności owadów szkodliwych, szczególnie chrząszczy w rzepaku (fot. 70). Metoda „żółtych naczyń" nie pozwala na określenie liczby owadów na roślinach, dostarcza natomiast informacji o nalocie szkodników na plantację i zagrożeniu powodowanym przez poszczególne gatunki owadów. Metoda ta pozwala na określenie progów ekonomicznej szkodliwości dla chowaczy łodygowych.

Stosując metodę „żółtych naczyń", należy:

- pamiętać, aby żółta barwa naczyń była jak najbardziej zbliżona do koloru kwiatów rzepaku;
- pamiętać, aby naczynia miały przy krawędzi małe otworki, uniemożliwiające wylewanie się z nich wody razem z odłowionymi szkodnikami;

Fot. 70. Żółte naczynia to skuteczny sposób monitorowania szkodników (fot. P. Strażyński)

- do wody w naczyniach dodać kilka kropli płynu zmniejszającego napięcie powierzchniowe, a w czasie mrozów trzeba je napełnić zimowymi płynami stosowanymi do spryskiwaczy szyb samochodowych;
- umieszczać naczynia na wysokości roślin;
- ustawić je około 20 m od brzegu, w głębi plantacji;
- na dużej powierzchni rzepaku naczynia ustawić po każdej stronie pola;
- kontrolować naczynia regularnie o tej samej porze dnia, najlepiej w południe.

Szkodniki należy zwalczać po przekroczeniu progu ekonomicznej szkodliwości. W integrowanej ochronie rzepaku przed szkodnikami bardzo ważne jest poznanie progów ekonomicznej szkodliwości, które dla najważniejszych szkodników rzepaku ozimego są już ustalone (Piekarczyk i Woźny 1986) (tab. 37).

Tabela 36. Metody i sposoby ochrony rzepaku przed szkodnikami

Szkodnik	Metody i sposoby ochrony
Bielinki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, opryskiwanie roślin
Chowacz brukwiaczek	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wysiew odmian późno wznawiających wegetację wiosną, opryskiwanie roślin
Chowacz czterozębny	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wysiew odmian późno wznawiających wegetację wiosną, opryskiwanie roślin

Tabela 36. Metody i sposoby ochrony rzepaku przed szkodnikami – cd.

Szkodnik	Metody i sposoby ochrony
Chowacz galasówek	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zaprawianie nasion
Chowacz podobnik	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin krzyżowych i warzyw kapustnych, wysiew odmian późno zakwitających, opryskiwanie roślin
Drążyny	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin i gleby
Drutowce	zabiegi uprawowe, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion
Gnatarz rzepakowiec	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin i gleby
Mączliki	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, ograniczanie zachwaszczenia, opryskiwanie roślin
Miniarka kapuścianka	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin
Mszyca kapuściana	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin
Nicienie	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin krzyżowych i warzyw kapustnych
Pchełka rzepakowa	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin
Pchełki ziemne	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion
Pędraki	izolacja przestrzenna od roślin okopowych, ugorów, łąk, zabiegi uprawowe, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion
Pryszczarek kapustnik	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wysiew odmian późno zakwitających, opryskiwanie roślin
Rolnice	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, upraw okopowych, ugorów, łąk, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie gleby i roślin

Tabela 36. Metody i sposoby ochrony rzepaku przed szkodnikami – cd.

Szkodnik	Metody i sposoby ochrony
Słodyszek rzepakowy	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wysiew odmian wcześnie wznawiających wegetację wiosną, wysiew odmian wcześnie zakwitających, opryskiwanie roślin
Ślimaki	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, moluskocydy
Śmietka kapuściana	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, opryskiwanie roślin
Tantniś krzyżowiaczek	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, opryskiwanie roślin
Wciornastki	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, opryskiwanie roślin
Gryzonie	zabiegi uprawowe, izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, metody biologiczne i chemiczne
Zwierzyna łowna i ptaki	izolacja przestrzenna od innych roślin kapustowatych i warzyw kapustnych, wczesny siew nasion, zwiększenie normy wysiewu nasion, odstraszanie (metody mechaniczne i chemiczne)

Tabela 37. Progi ekonomicznej szkodliwości dla szkodników rzepaku

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Chowacz brukwiaczek	marzec	10 chrząszczy w żółtym naczyniu w ciągu kolejnych 3 dni lub 2–4 chrząszczy na 25 roślinach
Chowacz czterozębny	marzec/kwiecień	20 chrząszczy w żółtym naczyniu w ciągu 3 dni lub 6 chrząszczy na 25 roślinach
Chowacz podobnik	kwiecień/maj	4 chrząszcze na 25 roślinach
Gnatarz rzepakowiec	wrzesień i październik	1 gąsienica na 1 roślinie
Mszyca kapuściana	od początku rozwoju	2 kolonie na 1 m^2 na brzegu pola
Mszyca brzoskwiniowa	w fazie 1–4 liści i w fazach późniejszych	pierwsze zauważone jesienią osobniki
Pchełka rzepakowa	od początku rozwoju	3 chrząszcze na 1 mb rzędu

Tabela 37. Progi ekonomicznej szkodliwości dla szkodników rzepaku – cd.

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg szkodliwości
Pchełki ziemne	wrzesień i październik	1 chrząszcz na 1 mb rzędu
Pryszczarek kapustnik	od początku opadania płatków	1 owad dorosły na 4 rośliny
Słodyszek rzepakowy	zwarty kwiatostan	1–2 chrząszcze na roślinie
	luźny kwiatostan	3–5 chrząszczy na roślinie
Ślimaki	bezpośrednio po siewie oraz w okresie wschodów	2–3 ślimaki średnio na pułapkę, zniszczenie 5% roślin
	w fazie 1–4 liści i w fazach późniejszych	4 lub więcej ślimaków średnio na pułapkę zniszczenie 10% roślin w stopniu silnym lub bardzo silnym
Śmietka kapuściana	wrzesień–listopad	1 muchówka w żółtym naczyniu w ciągu 3 dni

Źródło: Piekarczyk i Woźny (1986), Mrówczyński i wsp. 2017

Integrowane programy ochrony roślin wymagają od rolnika dużej wiedzy i doświadczenia. Informacje o biologii szkodnika, jego występowaniu w danym rejonie i latach poprzednich oraz sposobach ograniczania strat mogą pomóc w podjęciu decyzji o zabiegu. Często zabieg chemiczny może okazać się niepotrzebny. Korzyści z wiedzy rolnika o nowoczesnych metodach ochrony roślin to nie tylko zaoszczędzone pieniądze, ale również zdrowsze środowisko (Mrówczyński 2013).

Rys. 5. Terminy występowania i ograniczania najważniejszych szkodników podczas wegetacji rzepaku

12. OCHRONA UPRAW RZEPAKU PRZED SZKODAMI POWODOWANYMI PRZEZ ZWIERZĘTA ŁOWNE

Wyhodowanie i wprowadzenie do uprawy odmian rzepaku podwójnie ulepszonych, a następnie potrójnie ulepszonych „000" (redukcja glukozynolanów, kwasu erukowego i niska zawartość włókna), spowodowało znaczny wzrost szkód wyrządzanych w uprawach tej rośliny przez zwierzęta łowne oraz duże ssaki i ptaki niełowne (Węgorek 2011; Węgorek i wsp. 2014). Szkody powstają w okresie wegetacji tej rośliny od fazy BBCH 10, kiedy liścienie rozwijają się na powierzchni gleby, aż do fazy BBCH 97, kiedy rośliny zamierają i zasychają. Wymierne straty w różnych okresach wegetacji rzepaku powodują następujące gatunki: dzik (*Sus scrofa* L.), jeleń szlachetny (*Cervus elaphus* L.), daniel (*Dama dama* L.), sarna (*Capreolus caoreolus* L.), gęś zbożowa (*Anser fabalis* Letham), gęś gęgawa (*Anser anser* L.) oraz łabędź niemy (*Cygnus olor* J.F. Gmelin). Szkodliwość żerowania tych zwierząt na roślinach rzepaku polega nie tylko na bezpośrednim niszczeniu tkanek roślin, ale również na powodowaniu ran, które mogą ułatwić rozwój chorób powodowanych przez chorobotwórcze grzyby i bakterie.

Dziki powodują szkody w rzepaku od momentu krzewienia się roślin jesienią, aż do zbiorów. Po zasiewach zwierzęta te nie wyjadają kiełkujących oraz młodych roślin rzepaku, natomiast w poszukiwaniu małych gryzoni, nornic (nornica ruda) i myszarek (mysz polna) tworzą na polach głębokie porycia i wydeptują młode rośliny. Ma to często miejsce na polach sąsiadujących z zakrzewieniami lub lasem, gdzie przedplonem dla rzepaku były zboża lub, co się obecnie często spotyka, rzepak. Często też dziki poszukują na polach rzepaku larw chrząszczy z rodziny sprężykowatych (Elateridae) nazywanych drutowcami, larw muchówek z rodziny leniowatych (Bibionidae), pędraków, czyli larw chrząszczy z rodziny żukowatych (Scarabaeoidea), a także gąsienic motyli zwanych rolnicami (Agrotinae) oraz dżdżownic. Poszukując tych zwierząt, ryją płytko, lecz przy okazji niszczą rośliny. Wiosną i latem dziki chętnie migrują z lasów na pola rzepaku, który stanowi dla nich nie tylko miejsce żerowania, ale również bezpieczne miejsca ostojowe. Po ruszeniu wiosennej wegetacji zwierzęta te, mimo że nie trawią włókna tak jak przeżuwacze, zjadają zielone pędy i kwiatostany rzepaku. Przeżute, twarde części roślin wypluwają. Widoczne na polach wypluwki zdrewniałych części roślin rzepaku świadczą więc o obecności i żerowaniu dzików. Średniej wielkości dzik w fazach rozwojowych rzepaku BBCH 50 do BBCH 75 potrafi w ciągu doby zjeść około 3–5 kg roślin. Przebywając w łanach rzepaku dziki wydeptują ścieżki i tratują rośliny, tworząc legowiska oraz labirynt korytarzy. W momencie zasychania roślin rzepaku nadal traktują uprawy jako miejsca

ostojowe, jednak na żerowanie przechodzą wieczorem na pola pszenicy, jęczmienia, owsa i innych zbóż. Po zbiorach rzepaku dziki na miejsca ostojowe wybierają plantacje kukurydzy.

Również ssaki łowne z rodziny jeleniowatych, w ostatnich latach szczególnie intensywnie uszkadzają rzepak. Roślina ta stanowi dla jelenia, sarny i daniela bardzo atrakcyjny pokarm, zwłaszcza w okresie zimy i wiosny, ponieważ duża zawartość wapnia i fosforu w roślinach rzepaku wspomaga u samców jeleniowatych proces wytwarzania poroża (Bobek i wsp. 1992). Sąsiadujące z lasami pola rzepaku są więc chętnie odwiedzane nocą przez chmary jeleni, od momentu wschodów aż do zasychania roślin. Małe powierzchniowo pola mogą w okresie zimowo-wiosennym ulec całkowitemu zniszczeniu na skutek zjadania przez jelenie zielonych części roślin. W późniejszym okresie wiosennego wzrostu rośliny są przez nie uszkadzane w charakterystyczny sposób i wyglądają jak przycięte ogrodniczym sekatorem, co redukuje liczbę kwiatostanów i znacznie osłabia ich zdolności regeneracyjne. Tego typu uszkodzenia koncentrują się najczęściej w pasie bezpośrednio przylegającym do lasu.

Sarny, podobnie jak jeleń, również bardzo chętnie odżywiają się rzepakiem w całym okresie wegetacji tej rośliny. Na dużych powierzchniowo polach rzepaku ugrupowania tych zwierząt, mogące liczyć kilkadziesiąt osobników, przebywają stale, zarówno w dzień, jak i w nocy. W zimie, o ile występuje pokrywa śniegu, sarny wygrzebują za pomocą przednich odnóży rośliny rzepaku i chętnie zjadają liście. Wiosną po ruszeniu wegetacji zwierzęta te, podobnie jak dziki, tworzą w zwartych łanach rzepaku swoje miejsca ostojowe, w których przebywają aż do zbiorów. Zjadają głównie liście młodych roślin, a wielkość szkód zależy od wielkości pola i liczebności lokalnej populacji sarny. Duża zawartość wapnia, fosforu i innych mikroelementów w roślinach rzepaku wspomaga u samców sarny, tak jak u jeleni, proces wytwarzania poroża.

Daniel, podobnie jak sarny i jelenie, bardzo chętnie odwiedza pola rzepaku, a uszkodzenia roślin polegają na ich wydeptywaniu i zgryzaniu. Obraz uszkodzeń jest podobny do uszkodzeń powodowanych przez jelenie. Występujące lokalnie w okresie zimowym, duże, liczące kilkadziesiąt lub ponad sto osobników ugrupowania danieli stanowią dla upraw rzepaku duże zagrożenie. Zawartość mikroelementów, wapnia i fosforu w roślinach rzepaku wspomaga u samców danieli proces wytwarzania poroża. Sąsiadujące z zamieszkałymi przez daniele lasami pola rzepaku są więc chętnie odwiedzane nocą, a w spokojnych rejonach również za dnia przez chmary tych zwierząt od momentu wschodów aż do zasychania roślin. Małe powierzchniowo pola mogą w okresie zimowo-wiosennym ulec bardzo silnemu zniszczeniu na skutek całkowitego zjadania zielonych części roślin. W późniejszym okresie wegetacji rośliny są również uszkadzane w charakterystyczny sposób, co znacznie osłabia ich zdolności regeneracyjne. Tego typu uszkodzenia nie koncentrują się głównie w pasie bezpośrednio przylegającym do lasu, jak to

ma miejsce w przypadku jeleni, ale również w innych miejscach uprawy, ponieważ daniel lubi wędrówki i podejmuje dalekie wyprawy, zwłaszcza nocą.

W ostatnich latach łabędzie oraz dzikie gęsi przystosowały się do pobierania pokarmu roślinnego również na lądzie. Nierzadko spotyka się stada tych ptaków liczące kilkadziesiąt, a czasami nawet kilkaset osobników, żerujące jesienią i wiosną na oziminach, najczęściej na polach sąsiadujących ze zbiornikami wodnymi. Łabędzie i dzikie gęsi upodobały sobie szczególnie młode rośliny rzepaku ozimego, którymi dosłownie objadają się, zwłaszcza na wiosnę, kiedy jeszcze brakuje roślinności wodnej. Często widzi się na polach rzepaku ptaki leżące, wręcz przejedzone, które płoszone przez rolników z wielkim trudem podrywają się do lotu, by wylądować nieopodal na innym polu z rzepakiem. W kilku przypadkach zauważono korelację między zimowym występowaniem jeleniowatych i dzikich gęsi, a porażeniem roślin przez suchą zgniliznę kapustnych, powodowaną przez grzyby rodzaju *Leptosphaeria*. Taki związek istnieje, ponieważ zarodniki wymienionych gatunków wnikają do rośliny przez zranienia (Jajor i wsp. 2008b; Węgorek i wsp. 2014). Ponadto zwierzęta, odżywiając się porażoną przez grzyby rośliną, przenoszą zarodniki na inne, zdrowe rośliny, zarówno na odnóżach, jak i na skutek zgryzania.

Sucha zgnilizna kapustnych może być przyczyną zamierania do 60% roślin, których porażenie jest związane z różną podatnością odmian rzepaku ozimego na tę chorobę (Korbas i wsp. 2015). Inne gatunki patogenów rzepaku mogą potencjalnie obniżyć plon do 30%. Przerwanie tkanek roślin wskutek żerowania omawianych gatunków zwierząt, zarówno ptaków, jak i ssaków, ułatwia też wnikanie mikroorganizmów do rośliny i zapoczątkowanie procesu chorobowego.

Uszkodzenia roślin rzepaku powodowane przez zwierzęta mają charakter uszkodzeń mechanicznych liści, stożków wzrostu i pędów, a często rośliny są całkowicie niszczone i w konsekwencji zamierają. Silne zdolności regeneracyjne roślin rzepaku po uszkodzeniach mrozowych oraz powodowanych przez inne agrofagi maskują obraz faktycznej obniżki plonu spowodowanej żerowaniem dzika, daniela, sarny i jelenia na uszkodzonych plantacjach. W przypadku rzepaku ozimego, na podstawie wyników badań przeprowadzonych w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu – Państwowym Instytucie Badawczym można stwierdzić, że rośliny z silnie uszkodzonymi liśćmi i stożkiem wzrostu przeżywają, ale mają zmieniony pokrój i wolniej się rozwijają niż rośliny nieuszkodzone. Pozbawione głównego stożka wzrostu rośliny wytwarzają 4–8 pędów bocznych i w stosunku do roślin nieuszkodzonych dojrzewają aż o 10–12 dni później. Badania własne i obserwacje terenowe roślin naturalnie uszkodzonych przez jelenie i sarny potwierdzają, że rośliny z objedzonymi liśćmi wytwarzają pęd główny i pędy boczne, ale są mniejsze i również dojrzewają później o około 5–6 dni niż rośliny nieuszkodzone. U roślin pozbawionych liści okres od opadania pierwszych płatków kwiatowych do końca dojrzewania roślin przebiega jednak szybciej niż u roślin

nieuszkodzonych, wielkość łuszczyn jest mniejsza i są one silniej porażane przez czerń krzyżowych. Wyniki badań świadczą o tym, że zmiana pokroju i wielkości roślin oraz zaburzenia w ich rozwoju na skutek zranień i kosztów regeneracji były powodem obniżki plonu w zakresie 20–25% (Węgorek i wsp. 2011). Żerowanie zwierząt na plantacjach rzepaku ozimego z reguły nie powoduje obumierania roślin. Należy pamiętać, że rzepak dysponuje silnymi mechanizmami regeneracyjnymi, związanymi z fizjologicznymi i biochemicznymi reakcjami na mechaniczny stres. W warunkach klimatycznych Polski, po okresie zimy, prawie wszystkie rośliny rzepaku są w pewnym stopniu uszkodzone przez mróz i wznawiając wiosenną wegetację, uruchamiają wspomniane fizjologiczne mechanizmy regeneracyjne.

Ochrona upraw rzepaku przed dzikami, jeleniowatymi i dzikimi gęsiami w integrowanej technologii uprawy tej rośliny powinna rozpocząć się od właściwego wyboru stanowiska pod zasiewy. Najlepsze przedplony dla rzepaku to wcześnie schodzące z pola mieszanki pastewne – koniczyna i lucerna, wczesne ziemniaki, jęczmień ozimy, pszenżyto, żyto, pszenica. W zależności od geograficznego położenia bardzo istotny jest właściwy termin siewu. Duże znaczenie ma uprawa roli, odpowiednie nawożenie mineralne dostosowane do pH gleby oraz jej zasobności w N, P, K. Ważny jest właściwy dobór odmiany do warunków klimatycznych oraz glebowych danego rejonu. Bardzo dużą rolę w zapobieganiu szkodom powodowanym przez dziki odgrywa właściwa agrotechnika i przemyślana ochrona roślin mająca na celu zapobieganie masowemu występowaniu gryzoni i szkodników glebowych.

Zakładając uprawę rzepaku, należy unikać miejsc graniczących z kompleksami leśnymi, w których żyją liczne populacje gatunków zwierząt łownych. W miarę możliwości należy stosować ogrodzenia utrudniające ssakom kopytnym wejście na uprawę. Zmniejszenie szkód można uzyskać również przez zakładanie pasów żerowych dla wymienionych gatunków zwierząt, pozostawienie fragmentów pól kukurydzy w miejscach dla nich atrakcyjnych, zapewniając w nich spokój przez wyłączenie tych miejsc z odstraszania i płoszenia zwierząt oraz polowań. Wymienione gatunki ssaków, mając atrakcyjny i łatwo dostępny pokarm w obrębie pasów żerowych lub pozostawionych fragmentów pól z kukurydzą, mniej interesują się pozostałymi w pobliżu uprawami, na których pokarm jest trudniej dostępny. Podane sposoby ograniczania szkód należy konsultować z zarządcą lub dzierżawcą obwodu łowieckiego, na którego terytorium znajduje się uprawa rzepaku, ponieważ prawny obowiązek ochrony upraw rolniczych przed zwierzyną łowną leży w gestii kół łowieckich lub Ośrodków Hodowli Zwierzyny prowadzących gospodarkę łowiecką na terenach wystąpienia szkód.

13. ODPORNOŚĆ AGROFAGÓW NA ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN

13.1. Odporność chwastów na środki ochrony roślin

Popularnymi chwastami dwuliściennymi występującymi w uprawie rzepaku są: fiołek polny, gwiazdnica pospolita, bodziszek drobny, maruna nadmorska (bezwonna), rumian polny, przytulia czepna, jasnoty, tasznik pospolity, tobołki polne, komosa biała, dymnica pospolita, stulicha psia, mak polny, chaber bławatek, krzywoszyj polny, bodziszek drobny, gorczyca polna, ostrożeń polny i przetaczniki. Chwasty jednoliścienne w rzepaku to przede wszystkim: samosiewy zbóż, perz właściwy, chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy i wyczyniec polny. Ponieważ większość tych gatunków jest bardzo konkurencyjna dla roślin rzepaku, ochronę herbicydową zaleca się już jesienią. Zabieg jesienny jest szczególnie wskazany w celu zwalczenia gatunków zimujących, bardzo dobrze przystosowanych do niskich temperatur, które na początku wegetacji wiosennej wzrastają i rozwijają się znacznie szybciej niż rośliny rzepaku. Wiosenny zabieg herbicydowy w rzepaku jest zwykle traktowany jako dodatkowy, dzięki któremu można zniszczyć chwasty niewystarczająco zniszczone w okresie jesiennym. Taka sytuacja może zdarzyć się wówczas, gdy preparaty są stosowane jesienią w niekorzystnych warunkach pogodowych lub herbicyd nie został dopasowany do spektrum gatunków występujących na plantacji. Inną przyczyną zmniejszonej skuteczności herbicydów może być rozwijająca się odporność na daną substancję czynną niektórych osobników danego gatunku. Czas rozwoju odporności na herbicydy zależy od grupy chemicznej herbicydu, ale w konsekwencji może dojść do rozwinięcia się odporności chwastów na te herbicydy, które wcześniej bardzo dobrze zwalczały dany gatunek. Uodpornienie się chwastów na herbicydy przejawia się zmniejszoną wrażliwością na stosowaną substancję, aż do zupełnego zaprzestania działania herbicydu. Rokrocznie notuje się kolejne przypadki odporności. W Polsce do tej pory potwierdzono występowanie odpornych populacji takich gatunków chwastów, jak: miotła zbożowa, wyczyniec polny, owies głuchy, chaber bławatek, maruna bezwonna i mak polny. Pojawienie się odporności na herbicyd dotyczy przede wszystkim gatunków bardzo plennych, o dużym współczynniku rozmnażania, oraz takich, których nasiona łatwo mogą być przenoszone przez wiatr na duże odległości. Zmniejszenie skuteczności herbicydu w warunkach polowych początkowo nie występuje równomiernie na plantacji, a osobniki

już odporne pojawiają się wśród wrażliwych. W kolejnych latach stosowania tej samej substancji na polu pojawia się coraz więcej osobników uodpornionych. **O odporności na herbicyd mówi się tylko wówczas, gdy substancja wykazywała wcześniej działanie chwastobójcze na dany gatunek chwastu.**

Główną przyczyną powstawania odpornych osobników chwastów jest ich nieodpowiednie zwalczanie, głównie jednostronne, i powszechne stosowanie herbicydów, z jednoczesnym ograniczeniem lub wyeliminowaniem innych metod zwalczania, a szczególnie metody agrotechnicznej. Do szybszego procesu wyodrębniania się (selekcji) chwastów odpornych dochodzi wówczas, gdy stosuje się ograniczenia w uprawie roli i pielęgnacji mechanicznej, brak zmianowania (monokultury, uprawy wieloletnie) oraz wykonuje zabiegi herbicydami z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania. Takie działanie może w krótkim czasie prowadzić do wzrostu ryzyka rozprzestrzeniania się odpornych chwastów na herbicydy.

Każdy plantator powinien systematycznie prowadzić monitoring pola w celu jak najszybszego wychwycenia symptomów pojawiania się odporności na herbicydy. Szczególną uwagę należy zwrócić, gdy:

- pomimo zastosowania zabiegu odchwaszczającego na polu znajdują się niezniszczone pojedyncze osobniki lub skupiska chwastów (najczęściej tego samego gatunku) w bardzo dobrej kondycji;
- miejscem występowania tych skupisk chwastów nie są obrzeża pól, lecz różne fragmenty plantacji;
- pozostałe gatunki chwastów wrażliwych na dany środek najczęściej zostały zniszczone;
- z historii pola wynika stopniowe pogorszenie efektywności stosowanego herbicydu w stosunku do jednego (lub kilku) gatunku;
- na polu stosowano przez wiele lat te same substancje (z tej samej grupy chemicznej) lub herbicydy o tym samym mechanizmie działania;
- na okolicznych sąsiednich polach stwierdzono występowanie chwastów odpornych na ten sam herbicyd, herbicydy z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania.

Bardzo ważnym elementem skutecznie ograniczającym ryzyko powstania odpornych chwastów jest tradycyjny płodozmian, w którym zboża stanowią maksymalnie 50% uprawianych roślin w cyklu rotacji. Wysiew różnych upraw narzuca konieczność rotacji herbicydów, a jednocześnie cykl rozwoju wielu gatunków chwastów ulega zakłóceniu. Orka siewna i uprawki mechaniczne po wschodach w skuteczny sposób eliminują kiełkujące chwasty. Nie należy zapominać o stosowaniu do siewu kwalifikowanego, pozbawionego nasion chwastów, materiału siewnego. Czynnikami ograniczającymi nasilenie chwastów są także: opóźnienie terminu siewu, optymalizacja gęstości wysiewu i wybór odpowiednich odmian.

Wyodrębnianie się osobników uodpornionych zachodzi szybciej, gdy stosuje się często uproszczoną uprawę roli, rezygnuje się ze zmianowania (monokultury, uprawy wieloletnie) oraz rokrocznie stosuje się herbicydy o tym samym mechanizmie działania. Ważna jest także wielkość stosowanej dawki herbicydu. Zastosowanie środka chwastobójczego w niższej dawce, który wyeliminował chwast w niedostatecznym stopniu, prowadzi do dalszego uzupełniania zapasu nasion chwastów w glebie i powoduje konieczność przeprowadzenia dodatkowego zabiegu. Uniemożliwienie wykształcenia żywotnych nasion, to jedna z najlepszych metod zapobiegania selekcji odporności. Znając główne czynniki warunkujące powstawanie tego zjawiska, można w dużym stopniu przeciwdziałać lub zmniejszyć ryzyko (tab. 38).

Przy wyborze herbicydu do zabiegu warto korzystać z tabel klasyfikujących herbicydy według mechanizmu działania, opracowanych na przykład wg HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Wprowadzenie rotacji herbicydów (o różnym mechanizmie działania) nie tylko znacznie opóźni pojawianie się odporności na polu, ale także pomoże w doborze odpowiedniego herbicydu do zwalczania osobników, które odporność na herbicydy już nabyły. Każdy plantator powinien zapoznać się szczegółowo z klasyfikacją herbicydów wg HRAC i stosować rotację herbicydów. W praktyce bardzo rzadko spotyka się odporność na jedną substancję czynną (odporność prosta), częściej występuje odporność krzyżowa, na co najmniej dwie substancje z tej samej grupy chemicznej lub o tym samym mechanizmie działania. Możliwa, ale znacznie rzadsza jest odporność wielokrotna, dotycząca dwóch lub większej liczby substancji czynnych o różnych mechanizmach działania. Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji do konkretnych klas określających mechanizm działania herbicydów może znacznie przyczynić się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku wystąpienia odporności zwiększyć prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania osobników odpornych. Poszczególne mechanizmy działania herbicydów oraz ewentualne podklasy oznaczono kodem literowym (tab. 39).

Tabela 38. Ocena ryzyka powstawania odporności na herbicydy

Opcje technologiczne	**Poziom ryzyka występowania odporności**		
	niski	**średni**	**wysoki**
Rotacja lub stosowanie mieszanin herbicydów	więcej niż dwa mechanizmy działania	dwa mechanizmy działania	jeden mechanizm działania
System zwalczania chwastów	uprawowy, zabiegi mechaniczne lub chemiczne	uprawowy i zabiegi chemiczne	tylko chemiczny

Tabela 38. Ocena ryzyka powstawania odporności na herbicydy – cd.

Opcje technologiczne	Poziom ryzyka występowania odporności		
	niski	**średni**	**wysoki**
Stosowanie herbicydów o tym samym mechanizmie działania przez kilka sezonów	jednokrotnie	więcej niż 1 raz	wielokrotnie
Zmianowanie roślin	pełna rotacja	ograniczona rotacja	brak rotacji – monokultura
Stan zachwaszczenia na polu	niski	średni	wysoki
Zwalczanie chwastów w ostatnich 3 latach	skuteczne	średnie	słabe

Tabela 39. Mechanizm działania, grupy chemiczne i substancje czynne herbicydów zalecanych do stosowania w rzepaku ozimym

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC*	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory karboksylazy acetylo-CoA (graminicydy)	A	arylofenoksypropionaty	chizolafop-P-etylowy chizalafop-P-tefurylu fluazyfop-P-butylowy fluazyfop-P
		cykloheksanediony	cykloksydym kletodym
Inhibitory syntazy acetylomleczanowej ALS	B	sulfonylomoczniki	flupyrsulfuron metylowy
		imidazolinony	imazamoks
Inhibitory enzymu oksydazy protoporfirynogenowej	E	dwufenyloetery	bifenoks
Inhibitory syntezy barwników	F3	izoksazolidinony	chlomazon

Tabela 39. Mechanizm działania, grupy chemiczne i substancje czynne herbicydów zalecanych do stosowania w rzepaku ozimym – cd.

Mechanizm działania	Grupa wg HRAC*	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Inhibitory tworzenia mikrotubuli i podziałów komórkowych	K1	benzamidy	propyzamid
	K3	chloroacetoamidy	dimetachlor metazachlor
		acetamidy	dimetenamid napropamid petoksamid
Syntetyczne auksyny	O	pochodne kwasu pirydynokarboksylowego	chlopyralid aminopyralid pikloram
		pochodne kwasów chinolinokarboksylowych	chinomerak

*symbol literowy ustalony przez międzynarodową organizację HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)

13.2. Odporność grzybów chorobotwórczych na środki ochrony roślin

Zjawisko uodporniania się zwalczanych grzybów na substancje czynne, które wchodzą w skład środków grzybobójczych, obserwowana jest w Polsce od wielu lat i dotyczy też roślin uprawnych zajmujących duże powierzchnie uprawy, w tym rzepaku. Odporność niektórych gatunków grzybów na stosowane fungicydy występuje często i jest zjawiskiem stale towarzyszącym chemicznej ochronie roślin. Odporność wykształciła się na drodze ewolucji, co świadczy o tym, że jest to proces naturalny, chociaż niepożądany przez producentów rolnych. Z jednej strony zjawisko to związane jest z naturalną zmiennością organizmów – powstaje m.in. w wyniku rozmnażania płciowego i mutacji, a z drugiej strony wynika z presji selekcyjnej, której przyczyną jest częste stosowanie danej substancji czynnej (Kryczyński i Weber 2010). W praktyce ochrony roślin pierwsze podejrzenie, że może doszło lub dochodzi do uodpornienia się grzyba-sprawcy zwalczanej choroby jest pogorszenie lub utrata skuteczności zastosowanego fungicydu. Powodów obniżających skuteczność działania substancji czynnej jest wiele. Należy przeanalizować czynności związane z wykonaniem zabiegu i gdy nie będą budziły żadnych zastrzeżeń, oznacza to, że zwalczany grzyb wykształcił mechanizm odporności na stosowaną substancję czynną. Można to też potwierdzić, analizując molekularnie daną populację grzyba. Potomstwo takiego grzyba (organizmu chorobotwórczego) będzie również odporne, czyli niewrażliwe na stosowaną lub stosowane substancje czynne.

Powtarzająca się uprawa na danym stanowisku tego samego gatunku, zwłaszcza w monokulturze, stwarza odpowiednie warunki do epidemicznego rozwoju sprawców chorób. W konsekwencji pojawia się konieczność ich intensywnego zwalczania. Kiedy częste stosowanie danej substancji czynnej (s.cz.) prowadzi do niedostatecznego zwalczania grzyba chorobotwórczego, możemy mieć do czynienia ze zjawiskiem uodparniania. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim s.cz. fungicydów działających na pojedyncze miejsce docelowe w komórkach grzyba, których biosynteza lub funkcjonowanie jest uwarunkowane tylko jednym genem (Korbas i wsp. 2017). Wówczas łatwo może dojść do zmiany w obrębie takiego genu i w rezultacie do powstania formy odpornej grzyba. Selektywnym mechanizmem działania charakteryzują się powszechnie stosowane na plantacjach substancje z takich grup chemicznych, jak benzimidazole i imidazole, czy średniej selektywności triazole i strobiluryny.

W wyniku presji selekcyjnej wywieranej przez stosowane s.cz. fungicydów stopniowo są eliminowane wrażliwe populacje grzyba, które wcześniej istniały w środowisku albo powstały w wyniku zmienności lub mutacji, natomiast te, których nie udało się zwalczyć, zaczynają rozwijać się i rozmnażać jako formy odporne (Delp i Dekker 1985). Po pewnym czasie ta druga część populacji staje się dominująca. Często też może występować odporność krzyżowa. Polega ona na tym, że forma grzyba odporna na jedną s.cz. jest odporna również na inne s.cz. o tym samym mechanizmie działania. Jednocześnie coraz częściej występuje zjawisko wielokrotnego oporu, polegające na wykształceniu przez niektóre szczepy grzybów odporności na dwie lub więcej substancji czynnych należących do grup fungicydów o różnych mechanizmach działania na komórki grzyba (Węgorek i wsp. 2013). W konsekwencji działanie grzybobójcze takich fungicydów, zastosowanych w zalecanej dawce, słabnie lub całkowicie zanika.

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

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

Do walki chemicznej z patogenami rzepaku aktualnie zarejestrowanych jest dużo fungicydów, a w ich skład wchodzą substancje czynne z sześciu grup chemicznych, między innymi: azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, madestrobina (grupa chemiczna strobiluryny); izopirazam, boskalid, fluopyram

(karboksyamidy); tiofanat metylowy (benzimidazole); fluopikolid (benzamidy); prochloraz (imidazole); tebukonazol, difenokonazol, flutriafol, metkonazol, protikonazol, paklobutrazol, tetrakonazol i cyprokonazol (triazole) (Korbas i wsp. 2017). Zakres rejestracji fungicydów obejmuje sprawców takich chorób, jak: sucha zgnilizna kapustnych, zgnilizna twardzikowa, szara pleśń, czerń krzyżowych, mączniak rzekomy, mączniak prawdziwy oraz cylindrosporioza.

Ryzyko powstania form odpornych grzybów zależy od tego, do jakiej grupy chemicznej należy stosowana s.cz. i od konkretnego rodzaju s.cz. użytej do zwalczania danego gatunku grzyba. W uprawie rzepaku duże straty plonu powoduje, w zależności od warunków agroklimatycznych, sucha zgnilizna kapustnych i zgnilizna twardzikowa. Jeżeli ciągle będą stosowane te same lub podobne substancje czynne do walki z tymi chorobami, to patogeny mogą się na nie uodpornić, co objawiać się będzie pogorszeniem skuteczności działania użytego fungicydu. Do zwalczania grzybów powodujących suchą zgniliznę kapustnych często stosowane są – w okresie jesiennym i w momencie ruszenia wegetacji – substancje czynne z grupy triazoli. Nieco lepiej sytuacja wygląda, gdy zwalczane są grzyby w okresie kwitnienia, na przykład wywołujące zgniliznę twardzikową, szarą pleśń czy czerń krzyżowych. W tym czasie można stosować liczne substancje z grupy chemicznej strobiluryn, ale również triazoli, imidazoli i karboksyamidów. W uprawie rzepaku niekiedy pojawia się potrzeba kilkukrotnego zastosowania fungicydów w okresie wegetacji i dlatego należy tak konstruować programy ochrony w poszczególnych fazach rozwojowych, aby ryzyko powstawania form odpornych zminimalizować. Do uodpornienia dochodzi również wtedy, gdy zarejestrowane środki stosuje się niezgodnie z zapisami etykiety umieszonej na opakowaniu użytego środka. W praktyce identyfikuje się już szczepy grzybów odporne na s.cz. fungicydów. Przykładowo *Botrytis cinerea* (sprawca szarej pleśni), czy *Leptosphaeria* spp. (sprawca suchej zgnilizny kapustnych) relatywnie szybko mogą uodpornić się na używane w ich zwalczaniu substancje czynne. Należą one bowiem do gatunków grzybów, które w jednym sezonie wegetacyjnym wydają wiele pokoleń zarodników.

W szeroko rozumianej ochronie roślin nie jest możliwe wyeliminowanie zaistniałego zjawiska odporności bez całkowitej rezygnacji ze stosowania substancji czynnych, na które uodporniły się grzyby. Istnieje jednak możliwość zmniejszenia lub na długi czas oddalenia wystąpienia tego niepożądanego zjawiska uodpornienia się zwalczanych grzybów na stosowane w fungicydach substancje czynne. W tym celu proponuje się, aby fungicydy stosować w racjonalny sposób, uwzględniając zawsze przy planowaniu ochrony chemicznej strategię antyodpornościową. W integrowanej ochronie roślin jest to niezbędne, ponieważ tylko dzięki tej strategii przez długi czas można utrzymać wysoką skuteczność fungicydów zwalczających sprawców chorób. W skrócie strategia antyodpornościowa polega na całkowitej rezygnacji ze stosowania przez kilka sezonów wegetacyjnych substancji czynnych, na które prawdopodobnie uodpornili się sprawcy chorób.

Substancje czynne stosowane zamiast wycofanych powinny charakteryzować się wysoką skutecznością w zwalczaniu danego patogena. Dzięki temu przez kilka lat zmniejszana jest presja selekcyjna w populacjach grzybów wywoływana przez stosowanie danej substancji czynnej wchodzącej w skład używanego fungicydu. Taka strategia jest opracowana i cały czas aktualizowana przez pracowników Instytutu Ochrony Roślin – PIB. Odnosi się ona do wszystkich ważnych agrofagów występujących w uprawach rolniczych, w tym do rzepaku i zbóż. Aby do takiej sytuacji nie dochodziło, należy przestrzegać następujących zasad przeciwdziałania powstawaniu odporności:

- stosowanie określonej s.cz., zwłaszcza selektywnej, o możliwie najwyższej skuteczności zwalczania, tylko jeden raz w sezonie wegetacyjnym;
- przemienne stosowanie fungicydów z substancjami czynnymi należącymi do różnych grup chemicznych, najlepiej wieloskładnikowych, wśród których znajdują się s.cz o działaniu nieselektywnym;
- wykonanie zabiegu w optymalnym terminie, najlepiej poprzedzającym pojawienie się widocznych objawów obecności grzyba chorobotwórczego;
- stosowanie środka w zalecanej dawce podanej na etykiecie środka;
- stałe monitorowanie poziomu wrażliwości zwalczanego grzyba;
- jeżeli w danej grupie chemicznej zarejestrowany jest tylko jeden fungicyd, to po stwierdzeniu obniżonej skuteczności jego działania w walce z danym gatunkiem grzyba należy zrezygnować ze stosowania środka z tą substancją czynną, aż do momentu, gdy stwierdzi się, że patogen ponownie jest na nią wrażliwy;
- stosowanie, w miarę możliwości, metod niechemicznych, dzięki którym ogranicza się stosowanie środków chemicznych i w ten sposób zmniejsza ryzyko powstawania odporności.

Znajomość przynależności poszczególnych substancji czynnych do konkretnych grup chemicznych, które charakteryzują się określonym mechanizmem działania, może znacznie przyczynić się do opóźnienia selekcji populacji odpornych, a w przypadku już występującej odporności, zwiększyć prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania takich form. Tabela 40., przygotowana na podstawie opracowania FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), została zmodyfikowana i zawiera wyłącznie substancje czynne dopuszczone do stosowania w uprawie rzepaku w Polsce. Poszczególne mechanizmy działania fungicydów oraz ewentualne podklasy (np. A1, A2, A3) oznaczono kodem literowym.

13.3. Odporność szkodników na środki ochrony roślin

Rzepak atakowany jest przez liczne gatunki szkodliwych owadów od momentu kiełkowania nasion aż do zbiorów. Konieczność ich chemicznego zwalczania wynika z gęstości i liczebności populacji i rokrocznego przekraczania przez nie

Tabela. 40. Mechanizm działania, grupy chemiczne i substancje czynne fungicydów zalecanych do stosowania w rzepaku ozimym

Mechanizm działania	Grupa wg FRAC	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Blokowanie procesów podziału komórek	B1	Benzimidiazole	tiofanat metylowy
	B5	Benzamidy	fluopikolid
Zakłócenie procesów oddychania	C2	Karboksyamidy	boksalid, fluopyram, izopirazam
	C3	Strobiluryny	azoksystrobina, dimoksystrobina, fluoksastrobina, mandestrobina
Hamowanie biosyntezy ergosterolu	G1	Imidazole	prochloraz
	G1	Triazole	cyprokonazol, difenokonazol, flutriafol, metkonazol, protiokonazol, tebukonazol, tetrakonazol

progów ekonomicznej szkodliwości. Okresy wegetacji rzepaku, w których jest on narażony na atak ze strony różnych gatunków szkodliwych owadów można umownie podzielić następująco:

- kiełkowanie nasion (BBCH 5–8), następnie okres od wschodów roślin (BBCH 9–10) do fazy wykształcenia 5–9 liści i utworzenia rozety przed wejściem w stan wegetatywnego spoczynku zimowego (BBCH 11–19),
- okres po ruszeniu wegetacji wiosną, kiedy rozwijają się pędy boczne i formowana jest łodyga, czyli od fazy BBCH 20–49, przez fazy pąkowania (BBCH 50–59), kwitnienia (BBCH 60–69), aż do końca dojrzewania (BBCH 70–79).

W każdym z wymienionych okresów wegetacji na roślinach rzepaku występuje równocześnie przynajmniej kilka gatunków szkodników. Chemiczne zwalczanie jakiegokolwiek z nich pociąga więc za sobą wywieranie nacisku selekcyjnego na występujące równocześnie gatunki, zarówno szkodliwe, jak i obojętne oraz pożyteczne. W konsekwencji prowadzi to do występowania wielu niekorzystnych zjawisk, wśród których szczególnie niebezpieczne jest zjawisko odporności szkodników na insektycydy.

Szkodniki w fazie BBCH 5–19

Najwcześniej, bo już na kiełkujących nasionach rzepaku, żerują larwy chrząszczy z rodziny sprężykowatych (Elateridae) – drutowce. W późniejszym okresie wzrostu roślin niszczą one nadal korzenie oraz podstawy pędów, co może prowadzić do zamierania roślin. Podobnie i w tych samych fazach rozwojowych uszkadzają rzepak larwy muchówek z rodziny leniowatych (Bibionidae), larwy chrząszczy z rodziny żukowatych (Scarabaeoidea) – tzw. pędraki, a także gąsienice motyli zwanych rolnicami (Agrotinae), które oprócz korzeni uszkadzają części nadziemne młodych siewek, podcinając je przy szyjce korzeniowej, a następnie wciągając pod ziemię, gdzie są zjadane. Bardzo groźnymi szkodnikami w okresie wschodów są żerujące na młodych liściach chrząszcze z rodziny stonkowatych (Chrysomelidae) – pchełki ziemne oraz pchełka rzepakowa, której larwy drążą młode liście. Również groźnymi szkodnikami w czasie wschodów i rozwoju pierwszych liści jesienią są muchówki: śmietka kapuściana (*Delia radicum* L.), której larwy drążą szyjkę korzeniową młodych roślin, oraz miniarka kapuściana (*Phytomyza rufipes* Meigen), której larwy minują liście, także motyle: tantniś krzyżowiaczek (*Plutella xylostella* L.), piętnówka kapustnica (*Mamestra brassicae* L.), bielinek kapustnik (*Pieris brassicae* L.), bielinek rzepnik (*Pieris rapae* L.), bielinek bytomkowiec (*Pieris napi* L.), których larwy niszczą liście młodych roślin, groźny szkodnik z rodziny pilarzowatych (Tenthredinidae), gnatarz rzepakowiec (*Athalia rosae* L.), którego larwy również zjadają liście, a także mszyce: kapuściana (*Brevicoryne brassicae* L.), brzoskwiniowa (*Myzus persicae* L), które wysysają soki z młodych liści i są wektorami chorób wirusowych rzepaku oraz chrząszcz chowacz galasówek (*Ceutorhynchus pleurostigma* (*assimilis*) Mrsh.), którego larwy powodują wytwarzanie kulistych narośli na szyjce korzeniowej i korzeniu głównym rzepaku, co powoduje osłabienie roślin i ich łatwiejsze przemarzanie.

W zwalczaniu jesiennych szkodników rzepaku wykorzystuje się zaprawy nasienne oparte na neonikotynoidach oraz cyjanotraniliproli, a także środki ochrony roślin z grup chemicznych pyretroidów, fosforoorganicznych i neonikotynoidów oraz preparaty bakteryjne oparte na *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* (Korbas i wsp. 2017).

Szkodniki w fazie BBCH 20–79

Jako pierwsze pojawiają się chowacze łodygowe – chowacz brukwiaczek (*Ceutorhynchus napi* L.) i chowacz czterozębny (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.) – chrząszcze, których larwy żerują wewnątrz młodych łodyg. Oprócz wyżej wymienionych szkodników, od fazy BBCH 50–59 pojawia się kolejny chrząszcz, słodyszek rzepakowy (*Meligethes aeneus* Fabr.). Dorosłe osobniki tego gatunku wgryzają się do pąków kwiatowych, a rozwijające się w nich larwy słodyszka wy-

gryzają pylniki. Od fazy BBCH 60–69 oprócz słodyszka rzepakowego na roślinach rzepaku występuje kolejny groźny chrząszcz – chowacz podobnik (*Ceutorhynchus assimilis* (*obstrictus*) Payk.), oraz groźna muchówka – pryszczarek kapustnik (*Dasineura napi* Loew.) i mszyca kapuściana (*Brevicoryne brassicae* L.).

Występujące w opisanych fazach rozwoju rzepaku szkodniki zwalczane są przy użyciu substancji czynnych z grup chemicznych pyretroidów, fosforoorganicznych, neonikotynoidów i oksadiazyn (Korbas i wsp. 2017).

Problem odporności szkodników

Do najbardziej odpornych szkodników rzepaku należy zaliczyć: słodyszka rzepakowego, mszycę kapuścianą, brzoskwiniową, chowacza podobnika, tantnisia krzyżowiaczka i śmietkę kapuścianą. Wymienione owady wykazują zróżnicowaną wrażliwość na różne substancje czynne środków ochrony roślin (Zamojska i wsp. 2010). Do zwalczania szkodników rzepaku obecnie w Polsce zarejestrowane są 22 substancje czynne, z czego 11 występuje w mieszaninach.

Odporność szkodników rzepaku na zalecane do ich zwalczania środki ochrony roślin jest obecnie zjawiskiem stale towarzyszącym ochronie tej rośliny i coraz bardziej wpływającym na ekonomiczny efekt produkcji. W praktyce rolniczej odporność szkodliwych owadów rozumiana jest jako zmiana wrażliwości populacji szkodnika na substancję chemiczną, która początkowo była skuteczna w jego zwalczaniu. Organizm przeżywający zabieg chemiczny wydaje w następstwie wykształcenia odporności również odporne potomstwo, tak więc cecha odporności jest dziedziczona. Najważniejsze mechanizmy odporności owadów na substancje toksyczne stosowane w chemicznej ochronie roślin polegają najczęściej na szybkim metabolicznym rozkładzie toksyny na drodze enzymatycznej (nadekspresja), szybkim jej wydalaniu, zmniejszonym przenikaniu substancji czynnej przy kontakcie organizmu owada z trucizną, zmianie zachowania lub zmianie budowy molekularnej receptorów (miejsc działania) toksyn w organizmie. Te wykształcone ewolucyjnie mechanizmy są specyficzne dla każdego gatunku owada, dlatego występują duże różnice we wrażliwości owadów na te same toksyny. Dziedziczenie i tempo narastania odporności opartej na występowaniu polimorfizmu w genach odporności i mutacjach uzależnione jest od dominacji lub recesywności zmutowanego genu (lub genów) powodującego odporność (Malinowski 2003; Węgorek i wsp. 2011).

Postępy nauk z zakresu ochrony roślin, fizjologii, biochemii, genetyki oraz biologii molekularnej spowodowały, że spojrzenie na problematykę odporności owadów na środki ochrony roślin ulega w ostatnich latach zmianie. Choć nadal uważa się, że zjawisko to jest naturalną reakcją organizmów na selekcję czynnikiem chemicznym lub fizycznym, to natura tego zjawiska nie jest dziś wiązana wyłącznie z czynnikiem genetycznym w sensie powstawania mutacji.

Przykładowo, odporność behawioralna zwierząt wyższych (np. na repelenty) związana jest z procesami uczenia się i zapamiętywania – ze zmianami zachodzącymi w układach neuroprzekaźników w ich mózgu. Typowym przykładem uczenia się zwierząt wyższych, w tym gatunków ssaków łownych, jest utrata lęku niektórych populacji przed zapachem człowieka, ignorowanie innych bodźców lękowych i sprawność w unikaniu zagrożeń. Ten rodzaj przystosowania do zmian środowiskowych i cywilizacyjnych zwierząt wyższych wydaje się dziedziczony, choć z pewnością nie opiera się na mutacjach. Badania molekularne prowadzone w ostatnich latach dowodzą istnienia silnego oddziaływania czynników epigenetycznych, wywierających wpływ na programy funkcjonowania genów, czyli na biochemię komórek. Osobniki mające zmiany epigenetyczne przekazują kopie swoich zmienionych programów genetycznych do następnych pokoleń dopóty,

Tabela. 41. Mechanizm działania, grupy chemiczne i substancje czynne insektycydów zalecanych do stosowania w rzepaku ozimym

Mechanizm działania	Grupa chemiczna	Substancja czynna
Blokowanie acetylocholinoesterazy	związki fosforoorganiczne	chloropiryfos metylowy, chloropiryfos, fosmet, malation,
Przedłużenie otwarcia kanałów sodowych	pyretroidy	alfa-cypermetryna, beta-cyflutryna, cypermetryna, deltametryna, esfenwalerat, gamma-cyhalotryna, lambda-cyhalotryna, tau-fluwalinat, zeta-cypermetryna
	etery-arylo-propylowe	etofenproks
Zastępowanie acetylocholiny w receptorach postsynaptycznych	neonikotynoidy	acetamipryd, chlotianidyna, tiachlopryd, tiametoksam
Modulowanie kanałów TRPV organów chordotonalnych	pirydyny	pymetrozyna
Blokowanie kanałów sodowych w komórkach nerwowych	oksadiazyny	indoksakarb
Aktywowanie kanałów wapniowych w komórkach nerwowych i mięśniowych	diamidy	cyjanotraniliprol
Zaburzanie pracy jelit	preparaty bakteryjne	*Baccillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*

dopóki oddziałują na nie czynniki selekcji. Jeśli czynnik selekcji wygasa, zmiany te powoli zanikają. Charakterystyczną cechą zmian epigenetycznych jest również obserwowane bardzo szybkie narastanie poziomu odporności owadów na niektóre substancje czynne insektycydów oraz również szybki powrót do wrażliwości po zaprzestaniu selekcji daną substancją czynną. Wygasanie odporności uzależnione jest w takim przypadku od liczby pokoleń owada występujących w jednym sezonie wegetacyjnym.

Należy pamiętać o tym, że wyeliminowanie zjawiska odporności jest niemożliwe bez całkowitej rezygnacji ze stosowania środków ochrony roślin, a to z kolei jest w dzisiejszych czasach również niemożliwe do zrealizowania. Można jednak minimalizować negatywne skutki tego zjawiska oraz ograniczać jego skalę, stosując strategie przeciwdziałania odporności, których naczelną zasadą jest zmniejszenie presji selekcyjnej środków ochrony roślin. Omawiane zjawisko szybkiego narastania i wygaszania odporności uzasadnia celowość i obserwowaną skuteczność strategii antyodpornościowych, które zalecają czasowe wycofanie z użycia substancji czynnych, na które dana populacja agrofaga wykształciła odporność. W Instytucie Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu opracowywane są i publikowane w ramach Programu Wieloletniego MRiRW strategie zapobiegania odporności.

Zapoznanie się z przynależnością poszczególnych substancji czynnych insektycydów do konkretnych grup chemicznych określających mechanizm ich działania oraz stosowanie rotacji insektycydów ułatwia odpowiedni dobór środka ochrony roślin, co przyczynia się do opóźnienia selekcji osobników odpornych, a w przypadku już występującej odporności zwiększy prawdopodobieństwo skutecznego wyeliminowania form odpornych (tab. 41).

Zapobieganie zjawisku odporności

Realizując zalecenia ochrony rzepaku, należy brać pod uwagę, jakie insektycydy stosowane były w poprzednich zabiegach ochronnych i jakie są prognozy odnośnie do wystąpienia konkretnych gatunków szkodników (Węgorek 2009).

- Należy bezwzględnie przestrzegać zasad integrowanej ochrony roślin, czyli, przede wszystkim stosować metody biologiczne i agronomiczne, ograniczając używanie środków chemicznych do bezwzględnego minimum.
- Należy monitorować poziom wrażliwości owadów na środki ochrony roślin.
- Na tej samej uprawie zaleca się stosowanie określonej substancji czynnej tylko raz w sezonie wegetacyjnym. W miarę możliwości należy stosować rotację nie tylko substancji czynnych, ale przede wszystkim grup chemicznych o różnych mechanizmach działania.
- Do przeprowadzenia zabiegu należy wybierać z danej grupy chemicznej substancje czynne o najwyższej skuteczności w stosunku do zwalczanego gatunku owada. Substancje o słabszej skuteczności można stosować w przypadku

nieznacznego przekroczenia przez populację owada progu ekonomicznej szkodliwości. Jeśli po pierwszym zabiegu konieczne jest przeprowadzenie kolejnego (np. w przypadku przedłużonego nalotu szkodliwych owadów), a możliwości wyboru substancji czynnej są ograniczone, lepiej użyć mniej skuteczną substancję czynną z innej grupy chemicznej, przemiennie z bardziej skuteczną, niż dwa razy zastosować tę samą, silniej działającą.

- Do zwalczania owadów nie zaleca się stosowania mieszanin substancji czynnych insektycydów, gdyż w sytuacji konieczności powtórzenia zabiegu zostaje ograniczona możliwość rotacji substancji o różnych mechanizmach działania, będąca podstawową zasadą strategii zapobiegania odporności.
- Termin zabiegu należy dostosować do:
  - momentu przekroczenia przez populację owada progu ekonomicznej szkodliwości,
  - pojawienia się najbardziej wrażliwego na środek ochrony roślin stadium rozwojowego owada,
  - wystąpienia najbardziej wrażliwej na uszkodzenia fazy rozwoju rośliny chronionej,
  - prognozy pogody (temperatura, wilgotność i nasłonecznienie modyfikują zarówno trwałość środka, jak i tempo metabolizmu oraz zachowanie owadów),
  - najniższego ryzyka zatrucia pszczół oraz innych gatunków organizmów pożytecznych.
- Środki ochrony roślin należy stosować w dawkach zalecanych, zgodnie z etykietą. Zbyt niskie dawki (subletalne) selekcjonują szybko populację o średnim stopniu odporności, natomiast zbyt wysokie powodują wykształcenie odporności o stopniu bardzo silnym.
- Zabiegi należy przeprowadzić odpowiednią, sprawną aparaturą. Należy pamiętać o optymalnym pH cieczy użytkowej i prawidłowym ciśnieniu cieczy.
- W przypadku nieskuteczności zabiegu należy zwrócić się do doradcy rolniczego i określić jej przyczyny. Zabieg należy powtórzyć przy użyciu środka z innej grupy chemicznej, o innym mechanizmie działania. Jeżeli przyczyną nieskuteczności zabiegu jest odporność lokalnej populacji, należy bezwzględnie zrezygnować ze stosowania danej substancji czynnej, a w miarę możliwości również unikać innych środków o podobnym mechanizmie działania.
- Ograniczyć stosowanie środka, na który gatunek owada uodpornił się w danym rejonie, aż do momentu ponownego wystąpienia odpowiedniej wrażliwości.
- O wystąpieniu odporności jakiegokolwiek gatunku owada należy powiadomić pracowników Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz Ośrodków Doradztwa Rolniczego w celu określenia zakresu zjawiska i opracowania strategii przeciwdziałania.,

14. METODY BIOLOGICZNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

14.1. Biologiczne metody ograniczania chorób rzepaku

Biologiczne metody ochrony roślin polegają na wykorzystaniu czynników biologicznych w ograniczaniu populacji patogenów roślin. Ich zastosowanie może być alternatywą lub uzupełnieniem ochrony chemicznej, ponadto metody te wspomagają przywrócenie równowagi w środowisku oraz pozwalają na wykorzystanie naturalnej odporności (Kryczyński i Weber 2011).

Najczęściej jako czynniki biologiczne stosuje się mikroorganizmy, które naturalnie występują na roślinach lub w ich otoczeniu, nie są dla nich patogeniczne i charakteryzują się stabilnością genetyczną, łatwością hodowli, trwałością oraz odpornością na różne warunki środowiska, działanie patogenów lub chemiczne środki ochrony roślin (Sobiczewski 2009). W biologicznej ochronie przed patogenami wykorzystuje się specyficzne oddziaływania (bezpośrednie oraz pośrednie) występujące pomiędzy zastosowanym mikroorganizmem a patogenem roślinnym (Kapooria 2007). Należą do nich:

- antybioza – polega na hamowaniu wzrostu patogena przez mikroorganizmy wytwarzające oraz wydzielające do otoczenia metabolity, czynniki lityczne, enzymy oraz substancje toksyczne (antybiotyki);
- pasożytnictwo – jest to rodzaj interakcji pomiędzy mikroorganizmami, w której jedna populacja czerpie korzyści ze współżycia z drugą populacją, jednocześnie wywierając na jej osobniki (patogeny) niekorzystny wpływ;
- konkurencja – występuje, gdy dwie populacje mikroorganizmów współzawodniczą o deficytowe i ważne dla ich życia czynniki, takie jak: pokarm, światło, woda czy przestrzeń życiowa. Ten rodzaj oddziaływania ma duże znaczenie przede wszystkim w walce z patogenami glebowymi;
- oddziaływanie pośrednie – polega na wywieraniu przez mikroorganizmy pozytywnego wpływu na wzrost, zdrowotność i plonowanie roślin oraz indukowanie u nich odporności.

Obecnie wśród zarejestrowanych dla rzepaku środków ochrony roślin znajdujemy preparaty biologiczne zawierające takie mikroorganizmy, jak:

- *Coniothyrium minitans* – grzyb działający selektywnie na zarodniki przetrwalnikowe *Sclerotinia sclerotiorum* (sklerocja), powodując ich rozkład; namnażając się w glebie, powoduje, że efekt ochrony się wydłuża (Weber 2002).

W uprawach rzepaku środek ten przeznaczony jest do ochrony korzeni i podstawy pędu roślin przed zgnilizną twardzikową.

- *Pythium oligandrum* – grzyb zasiedlający strefę korzeniową roślin i wypierający patogeny przez rozkład enzymatyczny ich struktur. W rzepaku znajduje on zastosowanie w ograniczaniu suchej zgnilizny kapustnych i zgnilizny twardzikowej, ale ogranicza również inne choroby, takie jak: zgorzele, fytoftorozę, szarą pleśń, mączniaka prawdziwego i mączniaka rzekomego. *Pythium oligandrum* w kontakcie z tkanką rośliny dostarcza do jej komórek fitohormony, fosfor oraz cukier, stymulując mechanizmy odpornościowe oraz wzrost rośliny (Rey i wsp. 2005; Pięta i wsp. 2007).
- *Bacillus amyloliquefaciens* – bakteria zasiedlająca strefę korzeniową roślin. Osłabia działanie patogenicznych dla roślin bakterii i grzybów (np. *Phoma lingam*), konkurując z nimi o składniki odżywcze, takie jak żelazo, i wytwarzając antybiotyki lub enzymy lityczne niszczące bakterie (Caldeira i wsp.2007). Środek przeznaczony jest do stosowania w ochronie rzepaku ozimego oraz rzepaku jarego przed suchą zgnilizną kapustnych. Działa również jako stymulator naturalnych mechanizmów obronnych roślin, dzięki czemu zmniejsza szkody powodowane w rzepaku przez pchełki.

Szerokie zastosowanie w ochronie roślin mają grzyby rodzaju *Trichoderma*. Ich działanie polega na intensywnej produkcji enzymów litycznych oraz antybiotyków, konkurencji o składniki pokarmowe i przestrzeń z patogenami, jak również na stymulowaniu wzrostu roślin oraz indukowaniu ich odporności. *Trichoderma* jest również odporna na związki toksyczne, co pozwala na stosowanie tego grzyba ze zmniejszonymi dawkami pestycydów. Zastosowanie preparatów z *Trichoderma asperellum* w uprawie rzepaku wpływa na zwiększenie masy tysiąca nasion, pozwala ograniczyć objawy suchej zgnilizny kapustnych na łodydze, alternariozy na łuszczynach oraz szarej pleśni na liściach (Pięta i wsp. 2002; Howell 2003; Kowalska i Remlein-Starosta 2011).

Zdolności grzybobójcze oraz fungistatyczne wykazuje również bakteria *Bacillus subtilis*. Wytwarza ona substancje zakłócające funkcjonowanie błon komórkowych grzybów, przez co hamuje ich rozwój, konkuruje z nimi o przestrzeń życiową i składniki pokarmowe, ponadto indukuje odporność systemiczną rośliny. Preparaty z *B. subtilis* mogą być stosowane w walce z szarą pleśnią i alternariozą. Podobne właściwości w stosunku do sprawcy szarej pleśni wykazują także grzyby *Aureobasidium pullulans* oraz *Gliocladium catenulatum* (Pięta i wsp. 2002; Wagner i wsp. 2013).

Pewną formą biologicznej ochrony jest również stosowanie preparatów zawierających roślinne ekstrakty. Wśród nich wymienić możemy między innymi:

- wyciąg z czosnku – stosowany do zwalczania takich chorób, jak mączniak prawdziwy i rzekomy oraz szara pleśń (Daniel i wsp. 2015);

- ekstrakt z grejpfruta – stosowany do zwalczania m.in. mączniaka prawdziwego i rzekomego oraz szarej pleśni, ekstrakt wzmacnia ponadto system odpornościowy rośliny (Pięta i wsp. 2007);
- olejek z krzewu herbacianego – zalecany do zwalczania m.in. mączniaka prawdziwego i rzekomego oraz szarej pleśni (Shao i wsp. 2013);
- chitozan (pochodna chityny) – ogranicza rozwój grzybów chorobotwórczych oraz działa stymulująco na mechanizm odpornościowy roślin (Pięta i wsp. 2007);
- ekstrakt roślinny z alg *Ecklonia maxima* – zwiększa odporność roślin na choroby i czynniki stresowe (mróz, okresy chłodu, susza, uszkodzenia herbicydowe, zasolenie) oraz pobudza wzrost roślin (Matysiak i wsp. 2010).

14.2. Biologiczne metody ograniczania populacji szkodników rzepaku

Walka biologiczna to sterowana przez człowieka działalność wykorzystująca żywe organizmy do ograniczenia liczebności populacji agrofagów w uprawach. Metody biologiczne polegają na wykorzystywaniu wirusów, chorobotwórczych mikroorganizmów (bakterii, grzybów) oraz makroorganizmów (drapieżnych roztoczy oraz drapieżnych i pasożytniczych owadów) do zwalczania szkodników roślin, patogenów i chwastów. Wyróżnia się trzy główne metody walki biologicznej:

1) **klasyczną** – introdukcja polegająca na osiedlaniu na nowych terenach wrogów naturalnych sprowadzonych z innych regionów lub kontynentów;
2) **konserwacyjną** – polega na ochronie organizmów pożytecznych poprzez dokonywanie korzystnych dla nich zmian w środowisku oraz stosowanie selektywnych środków ochrony roślin;
3) **augmentatywną** – czasowa kolonizacja, czyli okresowe wprowadzanie wrogów naturalnych danego agrofaga, na uprawach, na których on nie występuje wcale lub w niewielkiej liczebności.

W uprawach polowych, w tym na uprawach rzepaku ozimego, można wykorzystać głównie ochronę organizmów pożytecznych, czyli metodę konserwacyjną polegającą na wykorzystaniu występujących na obszarach rolniczych i leśnych elementów krajobrazu, które umożliwiają i wzmacniają rozwój populacji pożytecznych organizmów naturalnie w nich występujących. Głównym celem podejmowanych działań jest poprawa jakości środowiska życia tych organizmów przez urozmaicenie krajobrazu, pozostawienie zadrzewień lub miedzy jako odpowiednich miejsc zimowania oraz zabezpieczenie bazy pokarmowej dla naturalnie występujących wrogów agrofagów. Bardzo ważnym elementem tej strategii jest również racjonalne stosowanie selektywnych środków chemicznych, pozwalające na ograniczenie ich negatywnego wpływu na organizmy pożyteczne.

Bioróżnorodność rolnicza jest najcenniejszym dziedzictwem biologicznym dla człowieka. Ta różnorodność jest naszym zabezpieczeniem przed klęską nieurodzaju, atakiem szkodników lub chorobami roślin. Pola uprawne rzepaku stwarzają dobre warunki zimowania, bytowania oraz rozwoju bardzo wielu gatunków owadów. Obok szkodników rzepaku, takich jak: chowacze, pchełki, mszyce, pryszczarki i słodyszki oraz szkodniki glebowe (drutowce, lenie, pędraki i rolnice) można spotkać na polu wiele gatunków organizmów pożytecznych. W uprawach, podobnie jak na miedzach, żyje wiele gatunków owadów pasożytniczych i drapieżnych, które wspomagają rolników w ograniczaniu liczebności fitofagów. Ważna jest duża różnorodność gatunkowa roślin w agroekosystemach. Ponadto powstawanie ogromnych obszarowo pól i likwidacja nieproduktywnych, z rolniczego punktu widzenia, zarośli i zakrzewień śródpolnych powoduje zmniejszenie naturalnych zbiorowisk roślinnych będących siedliskiem owadów pożytecznych. Są one istotnym elementem naturalnego oporu środowiska przed gradacją szkodników. Dlatego ważne jest, żeby na polach uprawnych zauważać nie tylko szkodniki, ale także ich wrogów naturalnych, których rola bardzo często jest niedoceniana. Warto więc dobrze je poznać, aby bezmyślnie nie niszczyć sprzymierzeńców człowieka. W obrębie relacji występujących pomiędzy szkodnikiem a jego wrogiem naturalnym należy wymienić **drapieżnictwo**, gdzie drapieżca to organizm, który zabija i zjada osobniki innego gatunku (układ: drapieżca-ofiara). Drapieżca jest zwykle większy od swojej ofiary i do swojego rozwoju potrzebuje przeważnie więcej niż jednego osobnika z populacji ofiary. Drugą formą współżycia dwóch organizmów jest **pasożytnictwo,** w której jeden czerpie korzyści, drugi ponosi z tego tytułu szkody. Osobnika, który czerpie korzyści z pasożytnictwa nazywamy pasożytem, a tego, który ponosi szkody – żywicielem. Pasożyt wykorzystuje stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia i środowisko życia. Istnieją dwa rodzaje pasożytnictwa: pasożytnictwo zewnętrzne i wewnętrzne. W pierwszym przypadku pasożyt pewną część życia spędza na żywicielu (ektopasożyt), a w drugim – wewnątrz jego ciała (endopasożyt). W obrębie pasożytów wyróżnia się **parazytoidy**. Są to pasożyty, których larwy zabijają żywiciela, a dorosłe osobniki żyją wolno. Większość pasożytów szkodników to parazytoidy (Kochman i Węgorek 1997). Jedną z ważniejszych grup drapieżców występujących w agroekosystemie są chrząszcze naziemne – będąc niewyspecjalizowanymi drapieżcami odgrywają ważną rolę jako naturalni wrogowie szkodników roślinnych. Jedną z ważniejszych grup są drapieżne owady z rodziny biegaczowatych (Carabidae) (fot. 71).

Z uwagi na to, że drapieżnym Carabidae przypisuje się dużą rolę w ograniczaniu występowania ilościowego fitofagów, gatunki te zostały objęte częściową ochroną prawną (Szyszko 2002). Rodzina biegaczowatych należy w Polsce taksonomicznie do jednej z większych grup owadów. Zaliczanych jest do niej ponad 500 gatunków chrząszczy. Większość z nich prowadzi naziemny tryb życia – na

Fot. 71. Biegacz złocisty (*Carabus auratus*) (fot. K. Nijak)

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

Fot. 72. Chrząszcz z rodziny kusakowatych (fot. T. Klejdysz)

Również chrząszcze z rodziny kusakowatych (Staphylinidae) należą do owadów ograniczających liczebność szkodników (fot. 72). Jest to najliczniejsza rodzina owadów w Polsce reprezentowana przez ponad 1400 gatunków. Polują zarówno formy larwalne, jak i dorosłe na różne drobne organizmy. Do najczęściej spotykanych gatunków wśród Staphylinidae należą: rydzenica *Aleochora bilineata* Gyll., skorogonek *Tachyporus hypnorum* F. oraz nawozak *Philothus fuscipes* Mann. Występują one w różnych środowiskach. Wiosną następuje wzrost liczby gatunków, co spowodowane jest migracją Staphylinidae do nowych ekologicznych nisz utworzonych w zmodyfikowanym środowisku. Uważa się, że kusakowate są drapieżcami słabo przystosowanymi, uprawiającymi łowiectwo przeważnie przygodnie, niszczącymi jaja owadów, larwy oraz poczwarki, a także drobne gatunki stawonogów nie zabezpieczonych grubym pancerzem chityny. Im liczniej zasiedlona przez nie jest gleba, tym mniejsze są szanse masowego rozmnażania się dla wielu gatunków roślinożerców. Dotyczy to głównie fitofagów, które w diapauzujących stadiach rozwoju przebywają w glebie, stanowiąc dobrą bazę pokarmową dla biegaczowatych i kusakowatych.

Bardzo ważne, z gospodarczego punktu widzenia, w regulacji populacji fitofagów występujących na roślinach, także w uprawie rzepaku, są biedronkowate (Coccinellidae) (fot. 73). Na świecie opisanych jest 3500 biedronek, a w Polsce mamy ich ponad 70 gatunków. Pożyteczne chrząszcze z rodziny Coccinellidae

Fot. 73. Biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) (fot. K. Nijak)

są naturalnymi wrogami czerwców, mączlików oraz roztoczy. Owady te są ważnymi regulatorami liczebności mszyc w agrocenozach. Na dynamikę liczebności Coccinellidae może wpływać cały szereg czynników, a jednym z ważniejszych jest synchronizacja układu drapieżca – ofiara. Zdaniem Ciepielewskiej (1991) wzrost populacji biedronek występuje w czasie wzrostu populacji mszyc na roślinach. Żaden gatunek biedronek nie jest zagrożony przez czynniki naturalne, takie jak inni drapieżcy z powodu dużej zdolności reprodukcyjnej Coccinellidae. Jednakże liczebność i rozmieszczenie gatunków z tej rodziny w środowisku naturalnym drastycznie spada z powodu zanieczyszczenia środowiska i powszechnego stosowania pestycydów. Do najczęściej spotykanych w Polsce biedronek należą: biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata* L.), biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata* L.), biedronka wrzeciążka (*Propylea quatuordecimpunctata* L.) i skulik przędziorkowiec (*Stethorus punctillum* Ws.), a od kilku lat także biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis*). Zdecydowana większość zimuje jako owady dorosłe, ukryta w dziuplach drzew, pod ich korą, a niektóre z nich, także w siedliskach ludzkich. Są bardzo ruchliwe, a do tego sprawnie latają. Larwa biedronki podczas swojego rozwoju jest w stanie zniszczyć nawet do 2000 mszyc. Dorosłe owady zjadają od 30 do nawet 250 sztuk mszyc w ciągu dnia. Niektóre gatunki, np. biedronka dwukropka (*Adalia bipunctata*), bywają wykorzystywane w rolnictwie do biologicznego zwalczania mszyc.

Fot. 74. Błyszczek elegancik (*Deraeocoris ruber*) z rodziny tasznikowatych (fot. K. Nijak)

Ważnymi owadami drapieżnymi są niektóre muchówki (*Diptera*), głównie należące do rodzin: bzygowatych (Syrphidae) oraz rączycowatych (Tachinidae). Do pospolicie występujących mszycożernych bzygowatych należą między innymi: *Episyrphus balteatus* Deg., *Syrphus vitripennis* Meig., *Metasyrphus corollae* F., *Sphaerophoria* spp. Larwy bzygowatych są jednymi z najważniejszych wrogów naturalnych mszyc. Bzygowate mają kilkanaście pokoleń w sezonie, co stanowi o ich wysokiej skuteczności jako drapieżników. Najbardziej efektywne działanie ich larw ma miejsce w okresie masowego pojawienia się mszyc żerujących na pszenżycie. Wynika to z faktu, że larwy Syrphidae są mało ruchliwe i wyszukują swoje ofiary „na ślepo", stąd zagęszczenie kolonii mszyc ma istotny wpływ na efektywność tych drapieżców. Z reguły samice bzygowatych składają jaja w sąsiedztwie kolonii mszyc. Większość z nich w czasie składania jaj wybiera rośliny bardziej opanowane przez te szkodniki. Larwy tylko częściowo wysysają zawartość mszyc, co zwiększa liczbę porażonych osobników. W trakcie rozwoju larwalnego jeden osobnik niszczy od 200 do 1000 mszyc.

Z pluskwiaków różnoskrzydłych duże znaczenie mają drapieżcy reprezentujący rodziny: tasznikowatych (Miridae) (fot. 74), dziubałkowatych (Anthocoridae) oraz tarczówkowatych (Pentatomidae). Zwłaszcza dużą rolę odgrywa dziubałek gajowy *Anthocoris nemorum* L. w ograniczaniu liczebności mszyc i przędziorków, jaj i larw słodyszka i pchełek oraz młodych gąsienic bielinkowatych. Zarówno

Fot. 75. Złotook pospolity (*Chrysopa vulgaris*) (fot. P. Strażyński)

larwy, jak i postacie dorosłe tych pluskwiaków wysysają płyny ustrojowe ze schwytanych owadów. Boczek i Lipa (1978) wskazują również na pożyteczne owady z rodziny zażartkowatych (Nabidae).

Znaczenie w ograniczaniu liczebności szkodników rzepaku mają również sieciarki (Neuroptera) z często dominującym złotookiem pospolitym (*Chrysopa vulgaris* Schn. = *Chrysoperla carnea* L.) (fot. 75). Wiosną żeruje on na krzewach, potem przenosi się na pola uprawne, a na koniec zasiedla drzewa liściaste, które są stałą bazą pokarmową dla złotooków. Złotooki żerują głównie na mszycach, roztoczach oraz larwach miodówek.

Istotną rolę w ograniczaniu szkodników roślin odgrywają również błonkówki (Hymenoptera). Są to głównie drapieżne mrówkowate (Formicidae), a także pasożytnicze gąsienicznikowate (Ichneumonidae). Pola rzepaku są dla tych owadów świetnym miejscem zdobywania pokarmu. Mrówki żywią się przedstawicielami 150 gatunków bezkręgowców z 58 rodzin, spośród 21 rzędów. Wśród nich

Fot. 76. Krzyżak ogrodowy (*Araneus diadematus*) (fot. K. Nijak)

przewagę stanowią muchówki, chrząszcze, gąsienice motyli i larwy roślinniarek. Mrówki należą do grupy najważniejszych drapieżników zamieszkujących środowiska ustabilizowane. Owady te, oprócz zasadniczej roli regulatora liczebności szkodników, biorą udział w inicjowaniu procesów glebowych i oddziałują na inne grupy organizmów (mikroorganizmy). Z pewnością do pożytecznych owadów należy zaliczyć skorki (Dermaptera), nazywane potocznie szczypawkami, ze względu na obecność cęgów w końcowej części ciała. Cęgi służą im do obrony, do odstraszania napastników, a także spełniają pomocnicze funkcje w czasie kopulacji. Są to jednak owady drapieżne, prowadzące nocny tryb życia, a ich ofiarami są mszyce i inne drobne owady.

Pająki (Araneae) (fot. 76), jako niewyspecjalizowani drapieżcy, niewątpliwie są zwierzętami ograniczającymi liczebność szkodników na polach i trwałym elementem agrocenoz. Ze względu na dużą liczebność i wrażliwość na zmiany różnych czynników, stanowią dobry obiekt badań środowiskowych. W Polsce żyje około 800 gatunków tych zwierząt. Zamieszkują te same środowiska, w których żyją owady, ponieważ to one stanowią ich główny pokarm. Wiele pająków tworzy sieci łowne, inne wolą jednak polować aktywnie, poszukując ofiar lub atakując je z zaskoczenia. Pająki nie są zbyt lubianymi zwierzętami. Niektórzy ludzie cierpią nawet na paniczny lęk przed pająkami (tzw. arachnofobię). Pająki to jednak bardzo pożyteczne stworzenia, gdyż ograniczają liczebność owadów, także tych

pasożytniczych i wyrządzających szkody. Ich pożyteczna działalność objawia się zarówno w środowisku naturalnym, jak i w naszych domach, zamieszkiwanych przez wiele synantropijnych gatunków. Warto więc pamiętać o pozytywnej roli pająków w naszym życiu.

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

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

15. OCHRONA OWADÓW ZAPYLAJĄCYCH

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

Inną niezwykle pożyteczną grupą organizmów są zapylacze, wśród których największe znaczenie mają pszczoły. Najlepiej znana jest tu pszczoła miodna (*Apis mellifera*) (fot. 77). W Polsce występuje jednak znacznie więcej gatunków pszczół określanych mianem dziko żyjących, wśród których powszechnie znane są trzmiele (*Bombus* sp.) (fot. 78). Należy pamiętać, że obok znanej pszczoły miodnej w Polsce występuje ponad 450 gatunków innych pszczół (Banaszak 1987; Pruszyński 2008).

Rzepak jest rośliną fakultatywnie obcopylną. Kwiaty rzepaku są przedsłupne, co umożliwia zapylenie pojedynczego kwiatu własnym pyłkiem, ale pozwala też na zapylenie pyłkiem ze starszych kwiatów tej samej rośliny. Ogólnie przyjmuje się, że w 30% rzepak jest obcopylny, a w 70% samopylny. W obcozapyleniu rzepaku największe znaczenie mają owady (Mrówczyński i Pruszyński 2008).

Fot. 77. Pszczoła miodna (*Apis mellifera*) (fot. K. Nijak)

Fot. 78. Trzmiel (*Bombus* sp.) (fot. P. Strażyński)

Rzepak jest odwiedzany przez dużą liczbę gatunków zapylających, wśród których dominują pszczoły dziko żyjące. Szacuje się, że na skutek udziału pszczół w zapylaniu rzepaku, w zależności od warunków pogodowych w okresie kwitnienia, następuje wzrost plonu nasion od 10 do 30%. Największy przyrost plonu związany jest z większą liczbą wykształconych nasion w łuszczynach – średnio o 20–25%. Oprócz zwiększenia plonów rzepaku, zapylanie kwiatów przez pszczoły wpływa korzystnie na jakość nasion (Pruszyński 2008).

Przedstawione w tym i poprzednim rozdziale przykłady organizmów pożytecznych mają przede wszystkim zobrazować olbrzymią rolę tych organizmów jako sprzymierzeńców producenta rzepaku i nie tylko. Ważnym elementem współczesnej ochrony roślin jest także prawna ochrona tych organizmów w trakcie prowadzenia zabiegów chemicznych.

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

Uznając zatem za obowiązującą ochronę entomofauny pożytecznej, spośród podejmowanych w tym celu działań za najważniejsze należy uznać zapoznanie się z opisem i stadiami rozwojowymi gatunków pożytecznych, aby móc ocenić ich występowanie, potrzebę wykonania zabiegu środkiem chemicznym lub odstąpienia od tego zabiegu, a także prawidłowo dobrać stosowany środek.

Prowadzone są intensywnie badania, których celem jest bliższe poznanie roli gatunków pożytecznych i możliwości ich efektywniejszego wykorzystania.

Obecność gatunków pożytecznych należy efektywnie wykorzystać, podejmując takie działania, jak:

- racjonalne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin i oparcie decyzji na ocenianym na bieżąco realnym zagrożeniu uprawy rzepaku ze strony szkodników. Należy tu uwzględnić odstępowanie od zabiegów, jeżeli pojaw szkodnika nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych. W tej grupie czynności należy uwzględnić ograniczenie powierzchni zabiegu do zabiegów brzegowych lub punktowych, jeżeli szkodnik nie występuje na całej plantacji. Stosować należy wyłącznie przebadane mieszaniny środków ochrony roślin i nawozów płynnych, co ogranicza liczbę wjazdów na pole i zmniejsza mechaniczne uszkadzanie roślin;
- unikanie stosowania insektycydów o szerokim spektrum działania i zastąpienie ich środkami selektywnymi;
- dobór terminu zabiegu tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych;
- na podstawie wyników badań ograniczanie dawek środków oraz dodawanie adiuwantów;
- ochrona wrogów naturalnych szkodników rzepaku, dzięki której chroni się także inne obecne na polu gatunki pożyteczne;
- pozostawienie miedz, remiz śródpolnych i innych, jako miejsca bytowania wielu gatunków owadów pożytecznych;
- dokładne zapoznanie się z treścią etykiety dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzeganie informacji w niej zawartych.

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

16. ROLA DORADZTWA W ZAKRESIE WDRAŻANIA ZALECEŃ INTEGROWANEJ OCHRONY ROŚLIN

Podstawy prawne i organizacyjne systemu doradztwa rolniczego

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

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

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

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

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

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

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

Wszystkie ODR-y, oprócz doradztwa indywidualnego, organizują szkolenia i doradztwo grupowe, prowadzą własne strony internetowe, wydają czasopisma – miesięczniki adresowane do rolników i mieszkańców wsi, a także organizują

wystawy, targi, pokazy i konkursy. Większość posiada pokazowe gospodarstwa rolne, w których prowadzone są poletka demonstracyjne, najczęściej we współpracy z instytucjami naukowymi. W celu dostosowania programów działania do potrzeb i oczekiwań mieszkańców wsi, przy każdej jednostce działa Społeczna Rada Doradztwa Rolniczego.

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

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

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

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

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

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

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

Obecnie w systemie doradztwa funkcjonują następujące specjalizacje doradcze:

- doradca rolniczy, posiadający uprawnienia do świadczenia usług doradczych na temat wzajemnej zgodności;
- doradca rolnośrodowiskowy, świadczący usługi doradcze w ramach programów rolnośrodowiskowych;

- ekspert przyrodniczy, świadczący usługi doradcze (sporządzający ekspertyzy przyrodnicze) w ramach programów rolnośrodowiskowych;
- doradca leśny.

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

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

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

Doradztwo w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020

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

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

- zminimalizowanie niebezpieczeństw i zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego, wynikających ze stosowania pestycydów;
- poprawienie kontroli stosowania i dystrybucji pestycydów;

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

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

Krajowy Plan Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin stanowi wykonanie zobowiązań wynikających z postanowień dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str.71). Krajowy Plan Działania tematycznie uwzględnia wszystkie działania kluczowe dla wdrożenia przedmiotowej dyrektywy i w tym znaczeniu jest dobrze przygotowany. Problemem natomiast jest nie to, co znalazło się w KPD, ale skąd otrzymać środki na jego realizację. Środki finansowe są potrzebne nie tylko do realizacji nowych działań, ale także do kontynuacji tych prowadzonych od wielu lat. Dyrektywa 2009/128/WE w art. 4 mówi wyraźnie „Państwa członkowskie opisują w swoich Krajowych Planach Działania, w jaki sposób będą wdrażały środki zgodnie z art. 5–15", a w art. 13, „Państwa członkowskie ustanawiają lub wspierają ustanowienie wszelkich warunków niezbędnych do wdrożenia integrowanej ochrony roślin. W szczególności zapewniają one, aby użytkownicy profesjonalni mieli do dyspozycji informacje i narzędzia do monitorowania organizmów szkodliwych i podejmowania odpowiednich decyzji, jak również usługi doradcze w zakresie integrowanej ochrony roślin". Zatem to na państwie polskim ciąży obowiązek stworzenia odpowiednich systemów i zapewnienia rolnikom narzędzi umożliwiających stosowanie integrowanej ochrony roślin, co wiąże się z określonymi nakładami finansowymi.

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

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

Działania doradztwa w zakresie wdrażania zaleceń integrowanej ochrony roślin

Zadaniem służb doradczych jest i nadal będzie nie tylko bieżąca pomoc, ale przede wszystkim doprowadzenie do zmiany mentalności producenta rolnego w jego podejściu do ochrony roślin, otaczającego go środowiska, ochrony własnego zdrowia oraz bezpieczeństwa konsumentów. Działania służb doradczych w integrowanej ochronie roślin polegają między innymi na dokonywaniu szeregu różnych ocen i podjęciu decyzji w celu ochrony plantacji z maksymalną skutecznością przy minimalnym wpływie na środowisko (Dominik i Schonthaler 2012; Jakubowska i wsp. 2015).

Do najważniejszych działań, jakie należy podjąć, należą:

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

Uwzględniając priorytety określone w KPD na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2017, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie wraz z niektórymi ODR-ami (Kujawsko–Pomorskim, Lubuskim, Pomorskim i Wielkopolskim) podjęły działania mające na celu utworzenie systemu wspomagania decyzji w zakresie integrowanej ochrony roślin. W trakcie realizacji zadania przyjęto jedno z kluczowych założeń, a mianowicie tworzenie sieci gospodarstw demonstracyjnych na terenie całego kraju.

Gospodarstwa demonstracyjne reprezentują najwyższy poziom produkcji rolniczej. Są one miejscem wdrażania zasad integrowanej produkcji i ochrony roślin przez organizację warsztatów polowych, prezentację postępu hodowlanego, realizację wykładów specjalistów. Jednocześnie w części tych gospodarstw od 2016 r. prowadzona jest przez merytorycznych doradców obserwacja nasilenia występowania agrofagów w celu uzyskania danych stanowiących podstawę do podejmowania decyzji o potrzebie wykonywania zabiegów ochroniarskich oraz wyznaczania terminu ich przeprowadzenia. Przedmiotowe gospodarstwa wyposażane są w automatyczne stacje meteorologiczne, włączone w jednolity, centralny system, co pozwala na efektywne prowadzenie sygnalizacji występowania agrofagów.

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

Dolnośląski, Lubuski oraz Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego zaangażowały się od 2009 r. do monitoringu plantacji ziemniaków w kierunku obserwacji rozwoju objawów chorobowych zarazy ziemniaczanej. Wyniki monitoringu przekazywano do systemu. Rozwiązanie to umożliwia przetwarzanie wprowadzanych informacji w czasie rzeczywistym i ich prezentację graficzną oraz tabelaryczną na ogólnodostępnej witrynie internetowej www.ior.poznan.pl. (Wójtowicz i wsp. 2012). Od 2016 r. w Wielkopolskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego prowadzone są obserwacje patogenów rzepaku ozimego oraz pszenicy ozimej dla Platformy Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl), a także rdzy brunatnej żyta, występowania stonki ziemniaczanej, skrzypionek w zbożach oraz rolnic w burakach cukrowych dla opracowywanych i testowanych w Instytucie Ochrony Roślin – PIB aplikacji systemów wspomagania podejmowania decyzji o ochronie wymienionych upraw.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

17. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE PLONU

Zbiór kończy cykl zabiegów agrotechnicznych w długim procesie produkcji rzepaku. Wykonany nieumiejętnie lub nieterminowo może spowodować znaczne straty ilościowe i jakościowe plonu. Podstawowym warunkiem przystąpienia do zbioru jest osiągniecie przez rośliny odpowiedniej dojrzałości. Drugą zasadą racjonalnego zbioru jest zakończenie go w krótkim czasie. Przedłużenie zbioru sprzyja pękaniu łuszczyn, osypywaniu się nasion i ich porastaniu. Trzecią zasadą jest taka organizacja pracy, w której kombajny zbożowe pracowałyby bez zbędnych przestojów.

Rzepak zbiera się obecnie głównie metodą jednoetapową, ale są jeszcze gospodarstwa stosujące metodę dwuetapową. Zbiór jednoetapowy wykonuje się kombajnem zbożowym, a zbiór dwuetapowy realizowany jest przez dwie maszyny: kosiarkę pokosową i kombajn zbożowy.

Dojrzewanie nasion rzepaku

Podczas dojrzewania rzepaku można wyróżnić kilka faz określających stopień dojrzałości nasion, które dotyczą istotnyc h zmian zachodzących m.in. w zawartości suchej masy, zawartości oleju i masie 1000 nasion. Rozróżnia się następujące fazy dojrzałości nasion:

- dojrzałość wczesno-zieloną – nasiona mają barwę zielonkawą przy wilgotności ok. 70%, dają się łatwo rozdzielić na połówki, a cała roślina pozostaje intensywnie zielona;
- dojrzałość zieloną – nasiona mają barwę od zielonej do ciemnozielonej, przy wilgotności około 60%, a cała roślina pozostaje jeszcze zielona;
- dojrzałość półtechniczną – nasiona mają kolor matowozielony i żółknący, charakterystyczny kulisty kształt, ale jeszcze miękką okrywę i wilgotność powyżej 50%;
- dojrzałość techniczną – nasiona zaczynają zmieniać barwę – brunatnieć, zachowując częściowo barwę zieloną. Nadal są dobrze umocowane w łuszczynach i zawierają 30–40% wody. Liście zaczynają żółknąć i opadają, łodygi jaśnieją i pochylają się, łuszczyny żółkną, lecz są jeszcze miękkie;
- dojrzałość pełna – nasiona uzyskują właściwą dla siebie barwę (ciemnobrunatną, czarną z połyskiem), są wykształcone, twarde, zawierają poniżej 15% wody. Rośliny są już zeschnięte, łuszczyny wysuszone, sztywne – łatwo pękają, a znajdujące się w nich nasiona grzechoczą przy potrząsaniu.

W przypadku zbioru rzepaku metodą jednoetapową koszenie trzeba rozpocząć w fazie dojrzałości pełnej, natomiast przy zbiorze dwuetapowym – w dojrzałości technicznej.

Technologicznym wskaźnikiem dojrzałości nasion rzepaku jest zawartość w nich chlorofilu, która powinna wynosić poniżej 25 mg/kg nasion. Natomiast praktycznym wskaźnikiem optymalnego terminu zbioru jest odpowiedni stopień zbrunatnienia nasion i możliwie mała wilgotność, nawet poniżej 10%.

Termin zbioru rzepaku

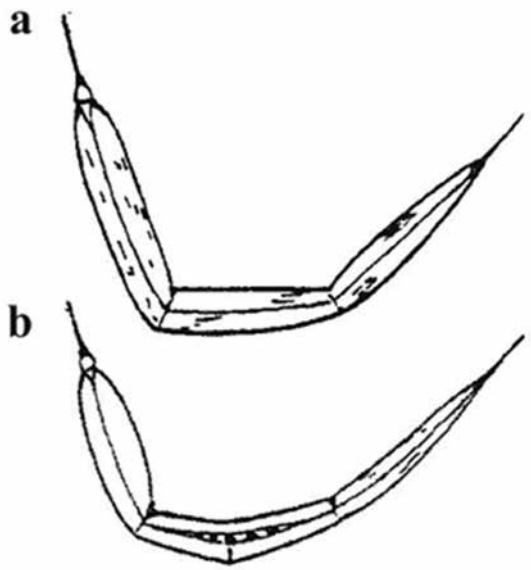
Przy zbiorze rzepaku nie można operować ścisłym terminem kalendarzowym, gdyż jest on zmienny – w zależności od sytuacji pogodowej w danym roku, warunków glebowych, długości okresu wegetacji uprawianych odmian oraz położenia geograficznego. Wczesna wiosna i słoneczna pogoda przyspieszają dojrzewanie rzepaku, natomiast niskie temperatury, częste opady i związana z tym duża wilgotność gleby – opóźniają. Wpływ na dojrzewanie ma również jakość gleb. Na glebach lekkich, łatwo przesychających, jest ono z reguły wcześniejsze niż na glebach średnich i zwięzłych.

Ponadto trudności z odpowiednim wyborem terminu zbioru występują zawsze wtedy, gdy na polu występuje mozaikowatość gleby, stosunki wodne są nieuregulowane, nawożenie, przede wszystkim azotowe, wykonano nierównomiernie, wystąpiło zachwaszczenie wtórne i chwasty przerastają łan rzepaku. W takich sytuacjach należy przeprowadzić desykację plantacji rzepaku.

Przygotowanie plantacji do zbioru

Przygotowanie plantacji rzepaku do zbioru polega na zabezpieczeniu łuszczyn przed nadmiernym pękaniem, wyeliminowaniu chwastów w łanie oraz wyrównywaniu dojrzewania roślin w łanie.

Stosowanie preparatów zapobiegających osypywaniu się nasion rzepaku podczas zbioru pozostaje stosunkowo najprostszym sposobem ograniczania strat plonu nasion. Do wykonania tego zabiegu stosuje się agrolubrykanty zawierające specyficzne związki, które mogą być substancjami naturalnymi uzyskiwanymi z żywicy drzew lub związkami syntetycznego lateksu. Po przeprowadzeniu zabiegu na łuszczynach zostaje wytworzona wodoodporna membrana, która zabezpiecza je przed wnikaniem wody do wnętrza tkanek. Ogranicza to proces rozszerzania i ponownego kurczenia łuszczyn, a tym samym osypywania nasion. Jednocześnie wytworzona elastyczna powłoka jest przepuszczalna dla gazów i nie ogranicza transpiracji wody z rośliny na zewnątrz. Dzięki temu nasiona w łuszczynach mogą dojrzewać równomiernie. Do powstania membrany potrzebne jest światło słoneczne, zatem opryskiwanie należy przeprowadzać w dzień.



Rys. 6. Sposób określania dojrzałości technicznej rzepaku: a – dojrzałość wczesna, b – dojrzałość optymalna (Szot i wsp. 1991)

Opryskiwanie łanu preparatami zwiększającymi wytrzymałość łuszczyn na pękanie na plantacjach, które są przeznaczone do zbioru jednoetapowego, zalecane jest w fazie dojrzałości technicznej, tj. około 3 tygodni przed zbiorem, w momencie, gdy łuszczyny zmieniają barwę z intensywnie zielonej na seledynową i zielonożółtą, pozostając nadal elastyczne. W sytuacji planowanej desykacji termin wykonania klejenia łuszczyn należy nieznacznie opóźnić, tj. do momentu, gdy zginane łuszczyny pękają i wypadają z nich pojedyncze nasiona. Termin desykacji należy opóźnić o tydzień w stosunku do planowanego.

Testowanie wytrzymałości łuszczyn przez zginanie ich w palcach na kształt litery „U" jest prostą i skuteczną metodą pozwalającą na wyznaczenie dojrzałości technicznej (Szot i wsp. 1991, 1996; Rudko 1999; Leń 2015). Zginane w tej fazie łuszczyny lekko pękają, ukazując na zgięciach brunatniejące po bokach nasiona. Łan dojrzały technicznie powinien zawierać około 60–70% takich łuszczyn (rys. 6).

Decydując się na zabieg klejenia, należy wziąć pod uwagę jego minusy. Pierwszym są straty spowodowane przejazdem ciągnika z opryskiwaczem. Aby je zminimalizować, konieczne jest zamontowanie z przodu ciągnika ekranu pochylającego rośliny i osłony podwozia. Innym negatywnym skutkiem jest stan kombajnu po zbiorze takiego rzepaku, który jest „zaklejony" i przed żniwami zbożowymi wymaga długotrwałego czyszczenia.

Przedżniwne zwalczanie chwastów, które są jeszcze zielone i znajdują się w fazie intensywnego wzrostu, jest konieczne niezależnie od metody zbioru rzepaku. W tym celu można zastosować jeden ze środków chwastobójczych, których substancją biologicznie czynną jest glifosat (z wyłączeniem plantacji nasiennych). Opryskiwanie należy przeprowadzić, gdy większość łuszczyn na roślinach ma kolor żółtozielony, a około 60% łuszczyn średniego piętra łanu zawiera 2/3 brunatnych nasion. Wykonanie zabiegu zwalczającego chwasty jest równoznaczne z desykacją łanu rzepaku. Zniszczenie chwastów umożliwia szybszy i łatwiejszy zbiór rzepaku oraz ułatwia uprawki pozbiorowe.

Desykacja polega na chemicznym odwodnieniu zielonych części roślin rzepaku i występujących chwastów. Desykacja wyrównuje dojrzewanie roślin, eliminując wpływ zmienności glebowej i nierównomiernego rozsiania nawozów. Środki chemiczne używane do desykacji należą do grupy środków chwastobójczych o działaniu kontaktowym. Dobrą praktyką jest stosowanie desykantów nie wcześniej niż w fazie późnej dojrzałości technicznej. Zbyt wczesna desykacja powoduje spadek plonu nasion. Zabieg desykacji ułatwia zbiór jednoetapowy i przyczynia się do ograniczenia strat nasion podczas zbioru.

Zabieg desykacji przeprowadzony w odpowiednim czasie nie uszkadza roślin rzepaku, ani też nie obniża wartości technologicznej i biologicznej nasion. Jednak stosowanie standardowych opryskiwaczy ciągnikowych powoduje nieuniknione straty plonu związane z przejazdami kół ciągnika i opryskiwacza oraz wskutek niskiego prześwitu od podłoża ciągnika i opryskiwacza. Możliwe jest ograniczenie tych strat przez prowadzenie agregatu po ścieżkach technologicznych oraz stosowanie ciągnika z rozgarniaczem łanu i osłonami (Choszcz i wsp. 2006). Korzystne jest także użycie opryskiwacza samojezdnego o dużym prześwicie podwozia. Kierunek ruchu kombajnu po wykonaniu desykacji powinien być przeciwny albo prostopadły do kierunku przejazdu opryskiwacza. Słomy rzepakowej po przeprowadzonej desykacji nie należy używać jako podłoża ani podściółki ogrodniczej, można ją używać jako paszę lub podściółkę dla zwierząt. Zabieg desykacji łanu rzepaku jest opłacalny, pod warunkiem, że plon nasion przekracza 3 t z 1 ha.

Desykacji nie można zalecać, ani twierdzić, że jest zbędna. Jej zastosowanie jest uzależnione od stanu plantacji, w tym od bujności roślin oraz poziomu dojrzewania łuszczyn i nasion. Na plantacjach wyrównanych pod względem dojrzałości, pozbawionych chwastów, o stosunkowo niedużej liczbie jeszcze asymilujących liści i pokroju roślin nie utrudniających zbioru, desykacja jest zbędna. Jednym z czynników decydujących o potrzebie desykacji jest pogoda: susza lub ograniczona ilość opadów decyduje o tym, że zabieg desykacji nie jest konieczny. Natomiast na plantacjach o dużej zielonej masie roślin utrudniającej sprawne działanie kombajnu desykacja jest wskazana. Zabieg desykacji warto również wykonać

na plantacjach silnie zachwaszczonych. Unika się wtedy powtórnego przejazdu na ściernisku i dodatkowego zabiegu zwalczania chwastów. Na plantacjach, na których obserwuje się nierównomierne dojrzewanie łuszczyn, zabieg dosuszania wyrównuje ten proces, dzięki czemu uzyskany plon jest większy i lepszej jakości. Zabieg należy wykonać w fazie BBCH 85–87, to znaczy, gdy 50–70% łuszczyn dojrzewa, a znajdujące się w nich nasiona są twarde, o brązowej barwie.

Do desykacji rzepaku stosuje się preparaty w zdecydowanej większości zawierające glifosat oraz dikwat i jon dikwatu. Zaletą wszystkich wspomnianych s.cz. jest szerokie spektrum działania, począwszy od wyrównywania dojrzewania, zapobiegania otwieraniu się łuszczyn, po zwalczanie chwastów. Jeżeli w ciągu dnia spodziewane są wysokie temperatury, zabieg należy wykonać rano lub późnym popołudniem. Glifosatu nie należy stosować na plantacjach zbieranych na materiał siewny (Rudko 2011; Paradowski 2016).

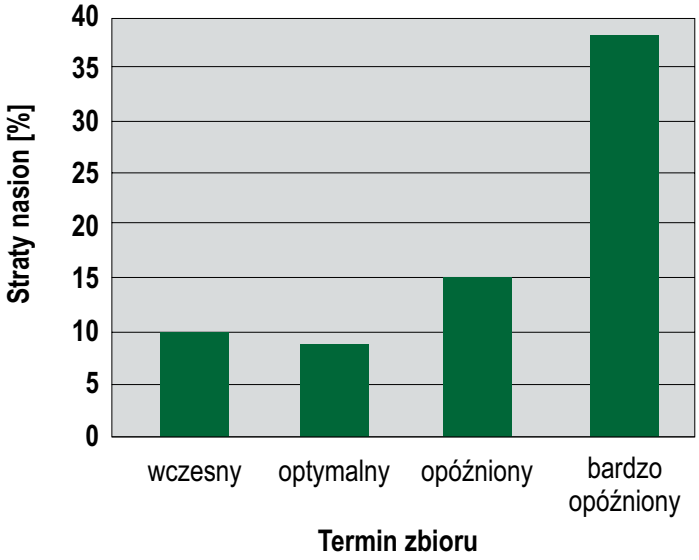
Metody zbioru rzepaku

Rzepak stwarza wiele trudności podczas mechanicznego zbioru. Wynika to z szybko zmieniającego się stanu dojrzałości łanu pod koniec procesu dojrzewania. Rośliny rzepaku podczas słonecznej pogody w ciągu zaledwie kilku godzin są w stanie znacząco zmienić właściwości mechaniczne łuszczyn, co wpływa na ich skłonność do pękania.

Podstawowym kryterium zastosowania nie tylko właściwej technologii zbioru, lecz także odpowiednich parametrów pracy poszczególnych zespołów roboczych maszyn koszących i zbierających jest stan plantacji rzepaku. Należą do nich: obsada i pokrój roślin, pokrój łanu oraz zachwaszczenie. Najbardziej pożądany jest taki pokrój łanu, w którym rośliny są zszyte łuszczynami i lekko pochylone, co zapobiega otrząsaniu nasion w czasie wietrznej pogody. Taki pokrój stwarza najkorzystniejsze warunki zbioru i małe straty nasion. Gęstego i pochylonego łanu nie należy kosić „pod włos", gdyż występują wówczas największe straty nasion.

Zachwaszczenie jest dużym utrudnieniem zarówno przy zbiorze jedno- jak i dwuetapowym. Chwasty przy zbiorze jednoetapowym utrudniają pracę rozdzielacza łanu, a przy zbiorze dwuetapowym powodują deformacje pokosu. Ponadto chwasty mogą powodować zasklepianie dolnego sita podsiewacza, a zbierane w takich warunkach nasiona wymagają szybkiego dosuszenia, aby nie uległy wtórnemu zawilgoceniu od nasion chwastów i resztek łodyg, które na sicie żaluzjowym nie zostaną całkowicie oddzielone.

Do **jednoetapowego** zbioru rzepaku przystępuje się, gdy nasiona osiągnęły dojrzałość pełną. Nasiona w łuszczynach znajdujących się w pędzie głównym mają wilgotność około 15%, są czarne z połyskiem, a w łuszczynach na rozgałęzieniach bocznych są w 90–95% całkowicie wybarwione. Dojrzałość pełną nasiona uzyskują po około 10–15 dniach po dojrzałości technicznej. Optymalny okres



Rys. 7. Wpływ terminu koszenia rzepaku na pokosy na wielkość strat nasion (Szot i wsp. 1991)

zbioru rzepaku metodą jednoetapową trwa 4–5 dni. Wydłużenie tego okresu powoduje wzrost samoosypywania się nasion. Wzrosną także straty nasion powodowane przez niektóre zespoły kombajnu, szczególnie przez zespół żniwny. Natomiast zbyt wczesny zbiór powoduje, że nie wszystkie nasiona są dobrze omłócone (Przybył i Sęk 2010; Bieniek 2011; Gaworski 2014a).

Metoda dwuetapowa zbioru rzepaku zalecana jest wówczas, gdy nie będą stosowane defolianty lub gdy choroby i szkodniki powodują zróżnicowane dojrzewanie łanu. W takiej sytuacji właściwe określenie dojrzałości jest bardzo trudne, dlatego celowe jest stosowanie metody **dwuetapowej**. W tej metodzie koszenie rzepaku rozpoczyna się wówczas, gdy nasiona osiągną **dojrzałość techniczną**. Przy zbiorze rzepaku metodą dwuetapową jednym z bardzo istotnych czynników, mających główny wpływ na wielkość strat nasion, jest termin koszenia na pokosy. Na rysunku 7. przedstawiono wpływ terminu koszenia rzepaku na pokosy na wielkość strat nasion.

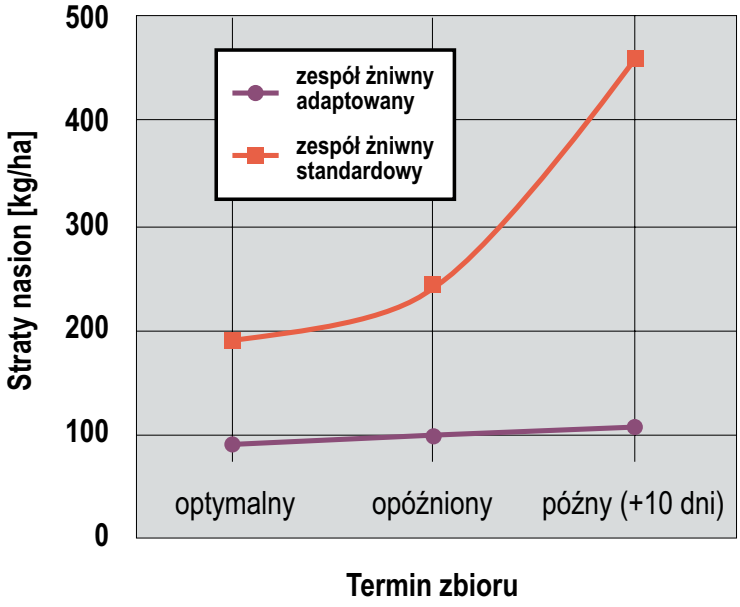
W metodzie dwuetapowej **pierwszy etap** polega na skoszeniu roślin kosiarką pokosową i ułożeniu roślin w pokosy na ściernisku. Aby pokosy utrzymały się na ściernisku, rośliny powinny być koszone na wysokości, co najmniej 30 cm lub pod najniższym rozgałęzieniem. W **drugim etapie** po doschnięciu pokosów, co w zależności od pogody trwa 5–7 dni, przystępuje się do zbioru i omłotu rzepaku kombajnem wyposażonym w podbieracz. Metoda dwuetapowa przyspiesza zbiór o 7–10 dni, co może być ważne dla właściwego rozkładu prac w gospodarstwie, powodując lepsze wykorzystanie maszyn i ograniczenie strat, jakie występują przy

zbiorze jednoetapowym, zwłaszcza przy zbiorze opóźnionym. Ponadto, aby ograniczyć straty nasion w kombajnach do zbioru rzepaku, zarówno metodą jednojak i dwuetapową, stosuje się zespół żniwny z wydłużoną podłogą. Przy zbiorze dwuetapowym zawartość wody w nasionach nie przekracza zwykle 10%, a w latach korzystnych jest jej jeszcze mniej. Jednak zbyt niska wilgotność nasion może spowodować zwiększenie uszkodzeń podczas omłotu, gdyż są one łatwiej rozbijane i stają się zanieczyszczeniami użytecznymi. Dlatego bardzo starannie należy dobierać parametry pracy zespołu omłotowego – prędkość obwodową bębna oraz wielkość szczeliny omłotowej.

Straty i mechaniczne uszkodzenia nasion

Rzepak, zarówno ozimy, jak i jary, jest bardzo wrażliwy na samoosypywanie nasion, ponieważ łuszczyna jest zaprogramowana genetycznie na pękanie w końcowym okresie dojrzewania. W czasie dojrzewania i zbioru następują bezpowrotne straty znacznej części plonu powstałe przez samoosypywanie – bez udziału maszyn (nawet do 100 kg z ha) oraz przez kombajn (od 100 do 450 kg). Ich wielkość zależy od odmiany, warunków meteorologicznych, nasilenia chorób i szkodników oraz ustawienia maszyn do zbioru. Najbardziej krytycznym okresem dla rzepaku, ze względu na podatność łuszczyn na pękanie, jest faza pełnej dojrzałości nasion, gdy wilgotność łuszczyn wynosi poniżej 15%. Straty nasion rzepaku związane bezpośrednio z pękaniem łuszczyn wynoszą 5–10%, ale w przypadku opóźnienia terminu zbioru są większe. Ponadto fizjologiczne pękanie łuszczyn rzepaku przyspiesza występujący przemiennie deszcz i susza. Podczas deszczu łuszczyny gromadzą wodę, a pod wpływem wysokiej temperatury szybko się kurczą. Powoduje to wzmożone pękanie łuszczyn i osypywanie nasion rzepaku. W skrajnie trudnych warunkach pogodowych straty plonu mogą przekroczyć 30% (Orzechowski i Tomaszewski 1993; Wałkowski i Ladek 1999; Wielebski i wsp. 2002; Tys 2003; Tys i wsp. 2006; Bieniek 2011; Gaworski 2014a; Leń 2015).

Straty powodowane osypywaniem nasion na skutek pękania łuszczyn pod wpływem naturalnych bodźców zewnętrznych: wiatru, deszczu i przemiennie silnego nasłonecznienia bywają o wiele większe w przypadku niedostatecznej ochrony plantacji rzepakowych przed szkodnikami łodygowymi i łuszczynowymi oraz chorobami grzybowymi. Plantator rzepaku powinien zatem tak przygotować plantację do zbioru, aby przebiegał on nie tylko sprawnie, ale przede wszystkim przy możliwie minimalnych stratach. Jednym z głównych wskaźników charakteryzujących efektywność pracy kombajnów zbożowych jest wielkość strat i udział uszkodzonych nasion. Niezależnie od stosowanej metody zbioru straty masy nasion występują przed zbiorem w wyniku samoosypywania się, w czasie jego trwania, podczas transportu od kombajnu do miejsca obróbki pożniwnej, podczas czyszczenia, suszenia i przechowywania. Natomiast w wyniku oddziaływania



Rys. 8. Straty nasion rzepaku w zależności od terminu zbioru i typu zespołu żniwnego (Szot i wsp. 1991)

zespołów roboczych maszyn żniwnych na zbieraną masę następuje także pogorszenie jakości nasion w wyniku powstawania makro- i mikrouszkodzeń.

Na wielkość strat nasion w całym okresie dojrzewania, jak i podczas zbioru znaczący wpływ mają warunki atmosferyczne. W roku wilgotnym stwierdzono aż siedmiokrotny wzrost samoosypywania się nasion w porównaniu z rokiem suchym z 1 do 7,3%. Natomiast straty nasion wywołane oddziaływaniem urządzeń mechanicznych podczas zbioru w terminie optymalnym wzrosły trzykrotnie z 4,9% w roku suchym do 13,3% w roku wilgotnym, a przy zbiorze opóźnionym, odpowiednio, 6,5% w roku suchym do 68% w roku wilgotnym. Przedstawione wyniki badań strat wskazują na potrzebę poszukiwania takich rozwiązań technicznych i technologicznych, aby w sposób istotny ograniczyć wielkość strat ilościowych nasion przy zbiorze rzepaku. Straty ilościowe nasion rzepaku w zależności od terminu zbioru i zastosowanego typu zespołu żniwnego przedstawia rysunek 8.

Nawet niewielkie błędy popełniane w trakcie przygotowywania kombajnu do zbioru rzepaku, a także później, podczas jego eksploatacji, mogą powodować duże straty nasion, które powstają wskutek:

- nieprawidłowo wyregulowanego nagarniacza (jeśli nie jest to konieczne, nagarniacz nie powinien być używany);
- nieprawidłowego ustawienia wysokości koszenia;
- nieodpowiedniej regulacji prędkości obrotowej bębna młócącego;

- nieprawidłowego ustawienia szczeliny roboczej między bębnem a klepiskiem;
- nieprawidłowego zaadaptowania zespołu czyszczącego;
- nieprawidłowego wyregulowania sita żaluzjowego;
- nieprawidłowego nastawienia wentylatora.

Uszkodzenia mechaniczne nasion rzepaku

Jedną z przyczyn zmniejszenia wartości technologicznej nasion rzepaku są ich mechaniczne uszkodzenia. Pogarszają one nie tylko jakość nasion w procesie składowania (wzmożone oddychanie, pleśnienie), lecz także jakość i ilość oleju. Udział uszkodzonych nasion zależy od odmiany, głównie jednak od wilgotności nasion i parametrów roboczych zespołu młócącego kombajnu, tj. od wielkości szczeliny między bębnem a klepiskiem (na wylocie) oraz obrotów bębna zespołu młócącego.

Przy wilgotności 9% i szczelinie 7 mm liczba uszkodzonych nasion jest dwukrotnie większa niż przy szczelinie 24 mm. Natomiast przy wilgotności 20% nie ma różnic w liczbie uszkodzonych nasion w zależności od wielkości szczeliny roboczej (przy tej samej prędkości obrotowej bębna).

Podczas oceny wpływu prędkości obrotowej bębna zespołu młócącego na liczbę uszkodzonych nasion stwierdzono, że zależy ona w znacznym stopniu od wilgotności nasion. Zmniejszenie wilgotności nasion z 20 do 9% przy niskich obrotach (500–700 obr./min) powoduje dwukrotny wzrost uszkodzeń nasion, a przy obrotach wysokich (900–1000 obr./min) – nawet czterokrotny.

Stwierdzono, że przy małej wilgotności nasion (10–14%) powstaje znacznie więcej mikrouszkodzeń (2–4-krotnie) niż makrouszkodzeń oraz że przy zbiorze nasion suchych wyraźny wpływ na liczbę uszkodzonych nasion ma wielkość szczeliny między bębnem omłotowym a klepiskiem – im szczelina jest większa (24 mm), tym liczba uszkodzeń jest mniejsza.

Przygotowanie kombajnu do zbioru rzepaku

Przy zbiorze rzepaku metodą jednoetapową wymagane jest dokonanie w kombajnie pewnych adaptacji z zastosowaniem wyposażenia dodatkowego i dobór odpowiednich parametrów roboczych bębna młócącego, położenia klepiska, obrotów wentylatora i odpowiednich sit.

W celu ograniczenia strat nasion w kombajnie należy wykonać pewne adaptacje, takie jak:

- wydłużenie podłogi zespołu żniwnego;
- zamontowanie aktywnych rozdzielaczy w postaci bezpalcowej listwy nożowej;
- adaptacja zespołu czyszczącego, w tym wymiana sita żaluzjowego na otworowe o średnicy 3,5–4 mm;
- zamontowanie podnośników wyległych roślin, zwłaszcza przy zbiorze dwuetapowym (Żak i wsp. 2007; Przybył i Sęk 2010; Gaworski 2014b).

W typowym zespole żniwnym odległość między mechanizmem tnącym a podajnikiem ślimakowo-palcowym jest mała. W wyniku tego ścięte rośliny nie

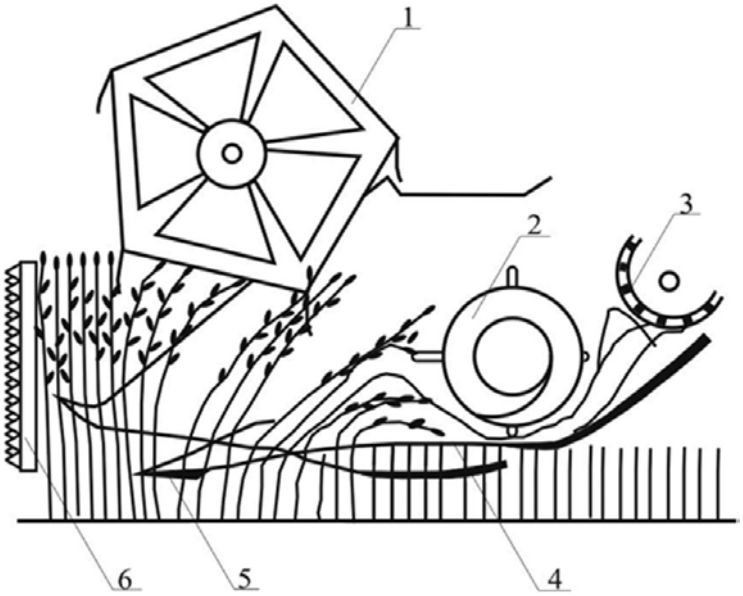
Fot. 79. Zespół żniwny John Deere 625R z wydłużoną podłogą i aktywnymi rozdzielaczami łanu (fot. J. Przybył)

mieszczą się na zbyt krótkim stole zespołu żniwnego. Straty nasion powodują także listwy nagarniacza i przenośnik ślimakowo-palcowy, ponieważ omłócone nasiona osypują się na podłoże. Wyeliminowanie tych niekorzystnych zjawisk, a tym samym i strat, jest możliwe przez wydłużenie stołu zespołu żniwnego. Według przeprowadzonych badań, wydłużenie zespołu żniwnego spowodowało znaczne ograniczenie strat nasion, niezależnie od terminu, w jakim był przeprowadzony zbiór. Standardowe zespoły żniwne można wydłużyć przez zamontowanie dodatkowej podłogi – tzw. stołu z aktywnymi rozdzielaczami łanu (fot. 79).

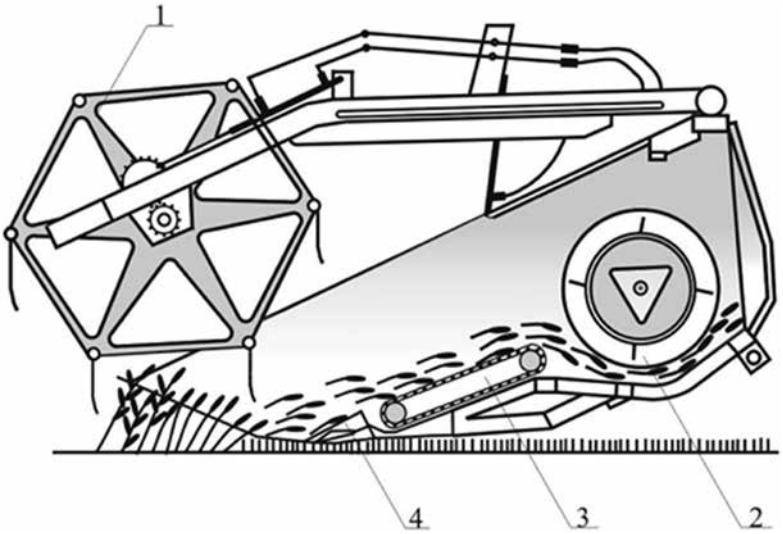
Takie rozwiązanie oferuje kilku producentów krajowych (Rolmako, Hago), a także producenci kombajnów zbożowych. Zestaw do zbioru rzepaku do zespołu żniwnego można zamontować w ciągu około 20 min. Na rysunku 9. przedstawiono schemat zespołu żniwnego z wydłużonym stołem.

Rośliny ścinane przez wysuniętą listwę tnącą (5) są równomiernie nachylane przez nagarniacz (1) w kierunku przenośnika ślimakowo-palcowego (2), przeciwnie do kierunku jazdy kombajnu. W tym przypadku rośliny rzepaku są wciągane przez zwoje ślimaka, a następnie przez podajnik palcowy do przenośnika pochyłego (3). W celu ograniczenia strat przy zbiorze rzepaku w zespołach żniwnych stosowany jest aktywny rozdzielacz łanu (6).

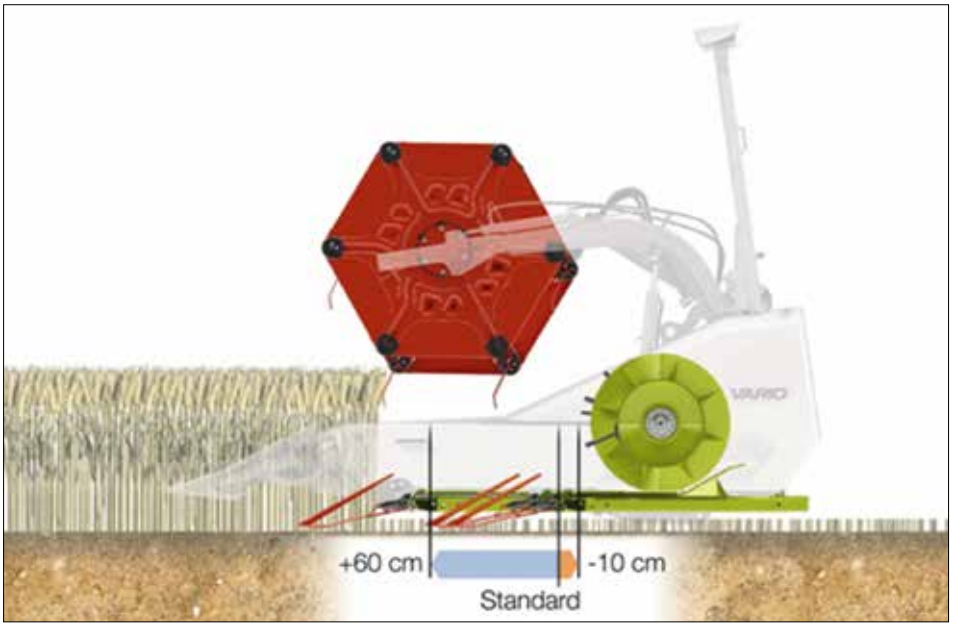
Rozwiązaniem pozwalającym na ograniczenie strat nasion w zespole żniwnym podczas zbioru rzepaku jest zainstalowanie pomiędzy listwą tnącą, a przenośnikiem ślimakowo-palcowym aktywnego podajnika taśmowego. Takie rozwiązanie w zespole tnącym o nazwie PowerFlow jest od wielu lat oferowane w kombajnach



Rys. 9. Schemat zespołu żniwnego z wydłużonym stołem: 1 – nagarniacz, 2 – przenośnik ślimakowo-palcowy, 3 – przenośnik pochyły, 4 – wydłużony stół zespołu żniwnego, 5 – listwa tnąca, 6 – aktywny rozdzielacz łanu (Przybył i Sęk 2010)



Rys. 10. Schemat zespołu żniwnego PowerFlow z aktywnym podajnikiem taśmowym: 1 – nagarniacz, 2 – przenośnik ślimakowo-palcowy, 3 – aktywny podajnik taśmowy, 4 – listwa tnąca (Przybył i Sęk 2010)



Rys. 11. Zasada regulacji długości zespołu żniwnego Claas VaRIo (firmowe)

marek należących do koncernu AGCO (MF, Fendt, Challenger, rys. 10). W ostatnich latach także inni producenci kombajnów zbożowych, np. Case, Claas, John Deere, zastosowali podobne rozwiązania.

Innym, coraz powszechniej stosowanym rozwiązaniem jest eksploatacja zespołów żniwnych z regulowaną długością podłogi. Firma John Deere oferuje zespół żniwny 600X, który można przestawić ze zbioru zboża na zbiór rzepaku w 3 minuty, bez użycia narzędzi, w tym wydłużając podłogę o 800 mm do maksymalnej długości wynoszącej 1200 mm. Zespół jest, bowiem wyposażony w zintegrowane listwy tnące do rzepaku, a nastawy dokonywane są automatycznie po wybraniu na wyświetlaczu w kabinie kombajnu rodzaju zbieranego plonu.

Zespół tnący w zespołach żniwnych typu Varifeed™ stosowanych w kombajnach New Holland CX może być przesuwany elektro-hydraulicznie do przodu i do tyłu w zakresie 500 mm. Dno zespołu żniwnego jest zamknięte przy każdym położeniu listwy tnącej, bez potrzeby stosowania zaślep. Jest to bardzo istotne przy zbiorze rzepaku, ponieważ ogranicza straty nasion.

W kombajnach Claas LEXION może być zastosowany przyrząd żniwny VARIO, w którym długość zespołu może być bezstopniowo skrócona o 10 cm lub wydłużona o 20 cm. Podczas zbioru rzepaku stół przyrządu żniwnego może być dodatkowo wydłużony o 30 cm, co łącznie w stosunku do długości standardowej umożliwia przesunięcie stołu o 50 cm (stół do zbioru rzepaku jest wmontowany w zespół żniwny). W nowych modelach zespołu żniwnego VARIO regulacja długości podłogi wynosi 700 mm (rys. 11).

W kombajnach Deutz Fahr serii C6000 dostępne są hedery VARIOCROP z wysuwnym stołem, zapewniające możliwość wykorzystania ich w różnych warunkach. Zespoły żniwne firmy Case serii 3050 posiadają możliwość wysunięcia zespołu tnącego o 575 mm.

Regulacja podstawowych zespołów roboczych kombajnów zbożowych

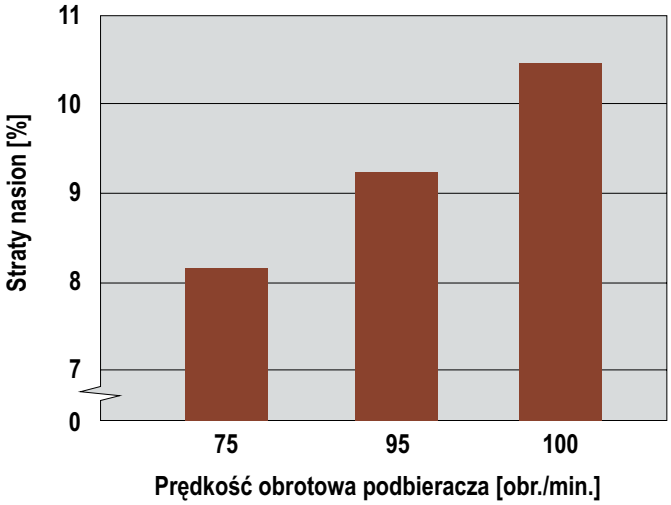
Podstawowym czynnikiem zapewniającym prawidłowe wykorzystanie kombajnu zbożowego do zbioru rzepaku z dużą wydajnością dzienną i sezonową, małą awaryjnością oraz dobrą jakością pracy (małe straty i uszkodzenia oraz duża czystość nasion) jest umiejętne wykorzystywanie zespołów roboczych w zależności od zmieniających się warunków pracy. Jest to możliwe przy pełnej znajomości możliwych regulacji zespołów roboczych, w zależności od zmieniających się warunków pracy. Szczegółowe zasady regulacji zespołów roboczych kombajnów różnych firm znajdują się w instrukcjach obsługi.

Rozdzielacz łanu. Zastosowanie aktywnego rozdzielacza znacznie ogranicza straty nasion, a zastosowanie łączne wydłużonej podłogi i aktywnego rozdzielacza łanu umożliwia maksymalne ograniczenie strat nasion nawet poniżej 50 kg/ha, szczególnie przy cięciu „pod włos". Natomiast praca rozdzielacza biernego powoduje w tych samych warunkach straty nawet powyżej 150 kg/ha.

Nagarniacz. Przy zbiorze rzepaku nagarniacz może być powodem bardzo znacznych strat nasion, dlatego na jego działanie należy zwracać szczególną uwagę. Ma to duże znaczenie podczas pracy w łanie wyłożonym lub pochylonym, kiedy rośliny przed ścięciem należy pochylić na zespół tnący. Palce nagarniacza powinny zagłębiać się w łan nie więcej niż 30 cm i powinny być ustawione pionowo w dół. Nagarniacz należy ustawić tak, aby jego palce pochylające rośliny rzepaku znajdowały się nad podłogą zespołu żniwnego. Przy łanie stojącym lub lekko pochylonym najkorzystniej jest całkowicie zrezygnować ze stosowania nagarniacza.

Zespół tnący. Cięcie roślin rzepaku należy wykonywać w miarę możliwości pod pierwszym dolnym odgałęzieniem. Przy łanie stojącym lub lekko pochylonym wysokość ścierniska może wynosić od 25 do 40 cm. Zmniejsza się wówczas obciążenie zespołu młócącego i separującego zbędną masę grubych części łodyg. Jednak im większe jest pochylenie roślin, tym bardziej należy obniżyć wysokość koszenia przy jednoczesnym zmniejszeniu prędkości kombajnu.

Przenośnik ślimakowo-palcowy. Przenośnik ślimakowo-palcowy zespołu żniwnego powinien być wyregulowany w płaszczyźnie pionowej, w zależności od wielkości przepływającej masy i długości łodyg. Pozwala to uniknąć spiętrzenia masy

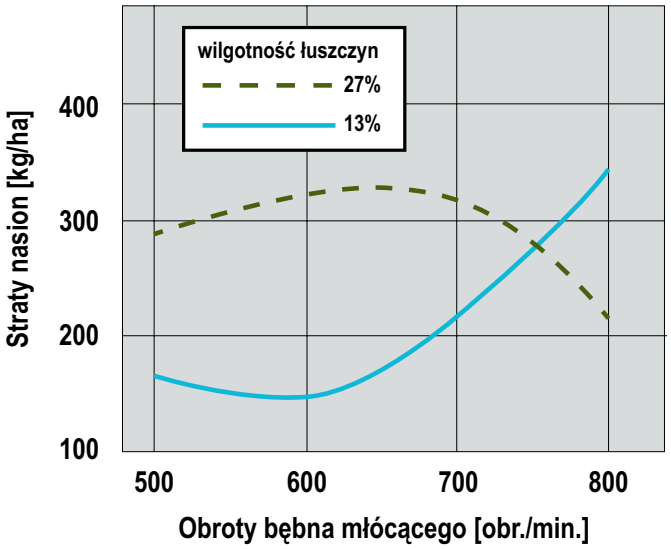


Rys. 12. Straty nasion rzepaku powodowane różnymi prędkościami obrotowymi podbieracza pokosów (Szot i wsp. 1991)

pod ślimakiem. W porównaniu ze zbiorem zbóż szczelina między zwojami przenośnika ślimakowo-palcowego, a płaszczyzną dna powinna być około dwa razy większa. Dotyczy to także odległości palców od dna. O ile przy zbiorze zbóż szczelina ta wynosi około 10–12 mm, to przy zbiorze rzepaku powinna być nastawiona na 20–25 mm. Przednią część przenośnika pochyłego należy ustawić na większą wysokość, w porównaniu ze zbiorem zbóż o około 50%. Takie ustawienie zapobiega zapychaniu przenośnika masą roślinną i polepsza równomierność zasilania zespołu młócącego.

Podbieracz pokosów. Do zbioru rzepaku z pokosów w metodzie dwuetapowej w kombajnie stosowany jest bębnowo-palcowy podbieracz pokosów. Straty nasion podczas prac podbieracza uwarunkowane są jego prędkością obrotową. Najmniejsze straty występują, gdy podbieracz obraca się z prędkością około 75 obr./min (rys. 12).

Zespół młócący. Parametry pracy zespołu młócącego przy **zbiorze rzepaku** ustala się w zależności od strumienia przepływającej masy oraz od wilgotności łanu lub pokosu. W zespole omłotowym regulować należy **prędkość obrotową** bębna młócącego oraz **wielkość szczeliny** między bębnem a klepiskiem. Prędkość obwodowa bębna młócącego powinna wynosić od 15 do 20 m/s i chociaż zależy od średnicy bębna zastosowanego w danym typie kombajnu, powinna zawierać się w przedziale od 550 do 800 obr./min. Przy wczesnym zbiorze lub wilgotnym łanie

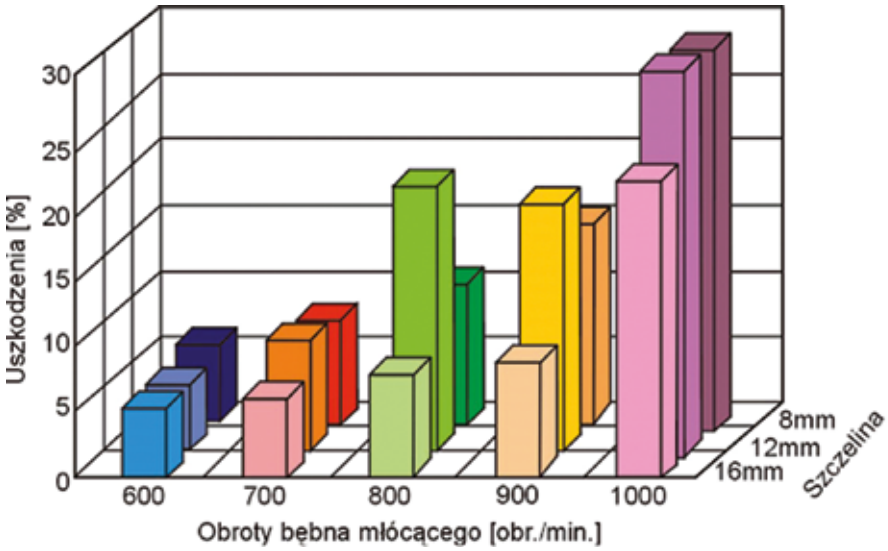


Rys. 13. Wpływ obrotów bębna młócącego i wilgotności łuszczyn na wielkość strat nasion (Szot i wsp. 1991)

zaleca się obroty w zakresie 700–800 obr./min, przy zbiorze w terminie optymalnym i opóźnionym – 600 obr./min, a przy łanie suchym w godzinach południowych i przy zbiorze rzepaku z pokosów zaleca się stosować obroty w zakresie 550–600 obr./min. Na rysunku 13. przedstawiono wpływ prędkości obrotowej bębna młócącego i wilgotności łuszczyn na wielkość strat nasion, a na rysunku 14. – na uszkodzenia nasion.

Wielkość szczeliny roboczej zależy od budowy zespołu omłotowego. Jeśli klepisko ustawione jest równolegle do bębna (np. kombajn New Holland serii TC), to szczelina jest taka sama na wlocie i wylocie i wynosi ok. 20–25 mm. Jeśli ustawienie klepiska nie jest równoległe do bębna, to wielkość szczeliny na wylocie przy zbiorze rzepaku powinna mieścić się w przedziale 13-16 mm, przy czym przy wczesnym zbiorze lub wilgotnym łanie powinna wynosić 13 mm, przy zbiorze optymalnym i opóźnionym 16 mm, a przy łanie suchym i zbiorze z pokosów zaleca się stosować maksymalną wielkość szczeliny roboczej. Przyjmuje się, że szczelina omłotowa podczas zbioru rzepaku powinna wynosić na wylocie od 13 do 16 mm, a prędkość bębna młócącego od 15 do 20 m/s, co odpowiada 500–700 obr./min dla bębna o średnicy 60 cm, przy czym większe zakresy obrotów stosuje się dla wyższych wilgotności, a mniejsze dla niższych.

Zespół czyszczący. Adaptacja zespołu czyszczącego do zbioru rzepaku prostszych konstrukcyjnie kombajnów polega na wymianie standardowego sita kłosowego na sito z otworami o średnicy 6 mm, a także wymianie dolnego sita żaluzjowego na



Rys. 14. Wpływ obrotów bębna młócącego i wielkości szczeliny omłotowej na ilość nasion uszkodzonych (Szot i wsp. 1996)

sito o otworach okrągłych i średnicy 4 mm. Praca ze standardowym sitem kłosowym prowadziłaby przy omłocie rzepaku do nadmiernego obciążenia górnego sita żaluzjowego, a w konsekwencji wypadania części nasion wraz ze zgoninami na pole. Poza wymianą sita kłosowego trzeba pamiętać o ustawieniu jego kąta pochylenia. Standardowo, sito kłosowe montuje się w środkowym otworze wieszaka. W czasie omłotu mniej wilgotnej masy, a także przy zbiorze z pokosów zaleca się podniesienie sita, a przy łanie o większej wilgotności opuszcza się sito. Regulacji podlega także górne sito żaluzjowe. Przy zbiorze rzepaku regulacja ta polega na odpowiednim otwarciu żaluzji, dostosowanym do stopnia wilgotności zbieranych nasion. Gdy wilgotność nasion przekracza 15%, to wielkość szczelin powinna wynosić około 8 mm, natomiast przy niższej wilgotności nie powinna przekraczać 6 mm.

Ważnym, a zarazem trudnym zadaniem, jest właściwe ustawienie prędkości obrotowej wentylatora i natężenia strumienia powietrza, którego zadaniem jest oddzielenie drobnych nasion rzepaku od dużej ilości łuszczyn i słomy. Przy zbyt dużej prędkości strumienia powietrza nasiona zostaną wydmuchane wraz z zanieczyszczeniami. Przy zbyt małej prędkości obrotowej wentylatora na górnym sicie wytworzy się mata, po której drobne nasiona rzepaku będą się wysypywać z kombajnu. Za duży wydatek strumienia powietrza przepływającego od spodu przez sita pogarsza separację w przedniej jej części. Regulacji nastawy sit i prędkości obrotowej wentylatora powinno się dokonywać zgodnie ze wskazaniami instrukcji obsługi danego kombajnu. Najczęściej wentylator powinien się obracać z prędkością 450–500 obr./min.

Rozdrabniacz słomy. Jeżeli kombajn jest wyposażony w rozdrabniacz słomy, należy odchylić listwę z nożami przeciwtnącymi, aby zmniejszyć rozdrobnienie słomy rzepakowej, która daje się łatwo pociąć. Tym samym nie ma podstaw do zwiększania obciążenia tego zespołu, a przez to wzrostu zużycia paliwa.

Organizacja i planowanie zbioru

Przy organizacji pracy kombajnu należy zadbać o odpowiednie przygotowanie pola oraz wybór sposobu poruszania się kombajnu. Należy dążyć do zagonowego ruchu kombajnu, równoległego do kierunku uprawy, który pozwala na rozwijanie większej prędkości roboczej. Ruch w okółkę jest dopuszczalny na małych polach, po których nie można poruszać się sposobem zagonowym. Ten sposób ruchu zmniejsza wydajność dzienną kombajnu średnio o 1–1,5 ha, przede wszystkim wskutek większych strat czasu na wykonywanie nawrotów.

Przy zagonowym sposobie ruchu kombajnu duże pola należy podzielić na zagony. Szerokości zagonów wynikają z dążenia do minimalizacji czasu traconego na przejazdy jałowe przy nawrotach, natomiast szerokości uwrocia powinny zapewniać możliwość wykonania swobodnego nawrotu. Szerokość pierwszego zagonu powinna być dziesięciokrotną wielkości szerokości roboczej kombajnu, a następne dwudziestokrotną. Nie zawsze jednak jest tak, że ruch kombajnu jest zgodny z kierunkiem uprawy. W przypadku zbioru zbóż pochylonych i wyległych należy dostosować kierunek ruchu kombajnu do kierunku wyległości roślin.

Odbiór i transport nasion

Znaczący wpływ na rzeczywistą wydajność kombajnu wywiera organizacja pracy przy odbiorze nasion od kombajnu i transport do miejsca magazynowania. Ogólne zasady organizacji pracy w technologii kombajnowego zbioru rzepaku zakładają, że wydajność środków transportowych jest co najmniej równa wydajności efektywnej kombajnu. Liczba i rodzaj środków transportowych powinny zapewnić odbiór nasion od kombajnu przy jego maksymalnej wydajności efektywnej, która z reguły występuje w godzinach popołudniowych (Bieniek 2011).

Odbiór nasion z kombajnów powinien odbywać się przy zastosowaniu środków przewozowych, które umożliwiają ich szybki wyładunek za pomocą hydraulicznego przechyłu skrzyni ładunkowej. Cykliczność wyładunku ziarna ze zbiornika kombajnu zależy od jego wydajności efektywnej i pojemności zbiornika. Dobór liczby i pojemności środków transportowych powinien być taki, aby kombajn mógł pracować bez oczekiwania na środki przewozowe.

W praktyce najczęściej stosuje się wyładunek zbiornika kombajnu do przyczep podjeżdżających do kombajnu na postoju oraz wyładunek w czasie pracy kombajnu do przyczep poruszających się obok kombajnu. Wyładunek zbiornika

w czasie pracy kombajnu zwiększa jego wydajność, ale wymaga od operatorów maszyn wysokich kwalifikacji. Wadą tej metody odbioru nasion od kombajnu jest utrudnione wykorzystanie pełnej pojemności skrzyń ładunkowych stosowanych środków transportowych. Najmniej wydajny jest wyładunek nasion do przyczep rozmieszczonych na jednym lub obu uwrociach. W przypadku gospodarstw wielkotowarowych upowszechnia się transport ziarna od kombajnu do stojących na uwrociu pola kontenerów lub samochodów ciężarowych za pomocą specjalnych przyczep przeładunkowych.

Skrzynie ładunkowe środków transportowych powinny być w sposób właściwy uszczelnione i przygotowane do przewozu nasion. Nieodpowiednie przygotowanie przyczepy, np. niedokładnie zamykające się burty lub szczeliny w miejscu ich styku z podłogą, prowadzi do dużych strat ziarna.

Zalecenia i wymagania agrotechniczne dla obróbki pozbiorowej nasion

Po zbiorze metodą jednoetapową nasiona zawierają dużo zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, a ich wilgotność nie pozwala często na bezpośrednie przechowywanie. Dlatego wymagane jest ich niezwłoczne oczyszczenie i dosuszenie.

Nasiona rzepaku odebrane od kombajnów, a przeznaczone do skupu powinny być podzielone według zawartości wody i składowane do czasu suszenia oddzielnie, co najmniej w dwóch partiach, tj.: nasiona o wilgotności do 12% i nasiona o wilgotności powyżej 12%. Ma to istotne znaczenie przy doborze odpowiednich parametrów suszenia. Nasiona wilgotne, zawierające ponadto znaczną ilość zanieczyszczeń, mogą być wstępnie składowane w cienkich warstwach do 20 cm grubości i często wietrzone.

Nasiona przed suszeniem powinny być wstępnie oczyszczone przez usunięcie zanieczyszczeń nieorganicznych (pył, piasek) i pochodzenia organicznego (słoma, łuszczyny, nasiona uszkodzone, nasiona chwastów), aby zapewnić prawidłową pracę suszarki do nasion. Dzięki usunięciu zanieczyszczeń zostaje zapewniony równomierny przepływ powietrza do przestrzeni między nasionami.

W procesie suszenia następuje ubytek wody z nasion przez wyparowanie. Nasiona rzepaku o wilgotności ogólnej do 12% mogą być nagrzane podczas suszenia w suszarkach do temperatury 70–80°C, natomiast nasiona o wilgotności powyżej 12% do około 60°C. Nasiona rzepaku przeznaczone na siew powinny być suszone w suszarkach wyposażonych w termografy. Temperatura nasion przeznaczonych na materiał siewny nie powinna przekraczać 35°C (maksymalnie 40°C). Nasiona po wysuszeniu, zanim zostaną skierowane na pryzmę do dłuższego przechowywania, muszą zostać schłodzone do temperatury nie wyższej niż 16–18°C i mogą być przechowywane w warstwach o dowolnej wysokości.

Przechowywanie nasion rzepaku

Rzepak przechowuje się w magazynach płaskich i silosach, przy czym długoterminowe przechowywanie nasion rzepaku odbywa się zazwyczaj w silosach. Do głównych czynników warunkujących bezpieczne składowanie nasion rzepaku zalicza się: wilgotność nasion, temperaturę przechowywania, poziom zanieczyszczeń, kontakt z powietrzem i stopień uszkodzenia okrywy.

Wilgotność „bezpieczna" do przechowywania nasion uzależniona jest od poziomu zanieczyszczeń, ilości niedojrzałych nasion i ilości zielonych części roślin w składowanej masie. Polska norma to 7% wody w nasionach. W nasionach rzepaku ze względu na ich skład chemiczny może dochodzić w czasie przechowywania do niekontrolowanych reakcji chemicznych i psucia się nasion. Wzrost temperatury przechowywanej pryzmy rzepaku w wyniku samozagrzewania się może spowodować nieodwracalne szkody jakościowe i ilościowe w nasionach rzepaku. W takich pryzmach dochodzi do kiełkowania nasion, składniki tłuszczowe jełczeją, następuje wzrost liczby kwasowej i rozwój niekorzystnej mikroflory (Tys 2003; Janowicz 2014; Olejarski 2015).

Główną przyczyną psucia się nasion rzepaku podczas składowania jest ich nadmierna wilgotność. Wpływ na niekorzystne zmiany mają również inne czynniki, jak zbyt wysoka temperatura, czy słaby stan zdrowotny nasion. Czynniki te odgrywają co prawda mniejszą rolę, ale powinny być uwzględnione podczas składowania (Ryniecki i Szymański 1999; Gawrysiak-Witulska i wsp. 2007; Gaworski 2014b).

Nasiona rzepaku dojrzałe, zdrowe, czyste, nieskiełkowane, niepołamane, o nieuszkodzonej okrywie nasiennej, niezagrzane, o wilgotności 7–8% mogą być przechowywane bez obawy powstania strat. Istotne jest również utrzymywanie wilgotności względnej powietrza w magazynie w przedziale od 30 do 70%. Ogólne warunki bezpiecznego przechowywania nasion rzepaku w naszym klimacie w okresie 12 miesięcy są następujące (Przybył i Sęk 2010):

- wilgotność nasion powinna wynosić około 7% i nie może być niższa niż 5%; wyraźne przekroczenie 7% powoduje wzrost kwasowości i spadek zdolności kiełkowania;
- nasiona należy tak suszyć, by nie zniszczyć zdolności kiełkowania;
- nasion zdrowych nie należy składować razem z nasionami niedojrzałymi i skiełkowanymi.

Oprócz bezpiecznej wilgotności magazynowania istotna jest także temperatura przechowywania nasion rzepaku, która powinna być utrzymywana na poziomie poniżej 15°C. Podczas przechowywania nasion przez okres nie dłuższy niż 8 miesięcy temperatura powinna być obniżona do 10–12°C, natomiast przy rocznym okresie przechowywania zaleca się utrzymywanie jej w przedziale od 5–10°C. Utrzymanie odpowiedniego poziomu temperatury mogą zapewnić tylko

agregaty schładzające powietrze. Ich stosowanie umożliwia prowadzenie chłodzenia nasion niezależnie od pory dnia i roku, przy każdym stanie pogody.

Nasiona rzepaku można przechowywać zarówno w magazynach płaskich, jak i w magazynach silosowych, przy czym magazyny powinny być wyposażone w urządzenia przewietrzające. Ilość powietrza wentylacyjnego niezbędnego do ochłodzenia 1 m^3 nasion o 5–8°C wynosi około 1000 m^3 (Janowicz 2012; 2014).

Do magazynowania nasion rzepaku mogą być wykorzystywane magazyny do ziarna zbóż, pod warunkiem odpowiedniego ich przygotowania, które obejmuje przede wszystkim oczyszczenie magazynu i zwrócenie uwagi na szczelność ścian. Ponieważ warstwa nasion rzepaku stawia wielokrotnie większy opór przepływającemu powietrzu niż ziarno zbóż, zatem grubość warstwy rzepaku musi być dobrana do sprężu używanego wentylatora.

Obecnie na polskim rynku jest wielu producentów silosów do przechowywania nasion zbóż, które mogą być wykorzystane do składowania nasion rzepaku. Istotne czynniki to: konstrukcja dna silosu, system wyładunku, sposób przewietrzania i właściwy dobór wentylatora oraz układ pomiarowy rejestrujący zmiany temperatury przechowywanych nasion. Prawidłowe połączenie czynników technicznych składowania ze specyficznymi cechami fizycznymi nasion rzepaku pozwala na długookresowe przechowywanie nasion rzepaku w silosach wykonanych z blachy z dnem płaskim.

18. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Wysoka skuteczność i bezpieczeństwo zabiegów oraz minimalizowanie wypływu na środowisko naturalne to kluczowe elementy współczesnej strategii ochrony roślin przed agrofagami. Uprawa rzepaku, szczególnie ozimego, wymaga zapewnienia długotrwałej ochrony już od wschodów, aż praktycznie do zakończenia wegetacji. Efektywność zabiegów ochronnych w dużej mierze zależy od precyzji naniesienia środków ochrony roślin na traktowane agrofagi i od tego, czy jest możliwość skutecznego i bezpiecznego wykonywania opryskiwania w dowolnej fazie rozwojowej rośliny uprawnej.

Efekt przeprowadzonych zabiegów ochrony roślin uzależniony jest od przestrzegania wszystkich zaleceń i wytycznych związanych z właściwym postępowaniem ze środkami ochrony roślin w trakcie magazynowania, przygotowywania i wykonywania zabiegów opryskiwania oraz czynności dotyczących postępowania po ich wykonaniu.

18.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

Środki ochrony roślin mogą stanowić realne zagrożenia dla ekosystemu oraz zdrowia ludzi i zwierząt. Podczas pracy i styczności ze środkami ochrony roślin należy zachować czujność i należytą ostrożność, a zwłaszcza w sytuacji kontaktu z preparatami najbardziej toksycznymi. Środki ochrony roślin należy nabywać tylko w licencjonowanych punktach sprzedaży, w oryginalnych i nieuszkodzonych opakowaniach. Na każdym opakowaniu powinna znajdować się etykieta w języku polskim. Należy zachować dowód zakupu środka, co jest szczególnie istotne w przypadku reklamacji lub postępowania sprawdzającego działanie środka chemicznego. Środki ochrony roślin w trakcie transportu powinny być zapakowane w oddzielnych, zamkniętych pojemnikach lub opakowane folią. Aby zmniejszyć ryzyko uszkodzenia opakowań i rozsypania lub rozlania chemikaliów, przewożone pojemniki powinny być przymocowane. W przypadku podejrzenia zatrucia w związku z kontaktem ze ś.o.r. należy niezwłocznie udać się do lekarza, informując go o sposobie styczności z konkretną substancją chemiczną.

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

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

Magazyn środków ochrony roślin:

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

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

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

Należy pamiętać, że w magazynie ze środkami ochrony roślin niedopuszczalne jest palenie tytoniu, spożywanie posiłków oraz przechowywanie artykułów żywnościowych i leków, pasz dla zwierząt, nasion i ziarna zbóż, a także materiałów napędowych i łatwo palnych.

18.2. Przygotowanie i wykonanie zabiegów ochrony roślin

Podczas przygotowania i wykonywania zabiegów ochrony roślin zawsze istnieje ryzyko powstania niepożądanych skutków ubocznych dla ludzi, zwierząt i środowiska. Narażenie to znacznie wzrasta, gdy proces przygotowania jest nieprawi-

dłowy, niezgodny ze wskazaniami zawartymi na etykiecie środka ochrony roślin i przyjętymi zasadami dobrej praktyki ochrony roślin.

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

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

WYBÓR APARATURY DO ZABIEGÓW

Podstawowym czynnikiem warunkującym uzyskanie efektywnej ochrony roślin jest odpowiednio przygotowany, sprawny i właściwie wyposażony opryskiwacz.

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 128/2009/WE z dnia 21 października 2009 r., ustanawiającą ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, sprzęt wykorzystywany do zabiegów ochrony roślin musi być bezpieczny dla ludzi i środowiska. Powinien ponadto zagwarantować pełną skuteczność zabiegów ochronnych przez zapewnienie właściwego działania, umożliwiającego dokładne dozowanie i równomierne rozprowadzanie środków ochrony roślin na traktowanej powierzchni pola.

Do uzyskania prawidłowej ochrony rzepaku przed agrofagami wymagane jest zwrócenie szczególnej uwagi na właściwy dobór aparatury zabiegowej, a także na techniczne uwarunkowania kompleksowej ochrony tej rośliny uprawnej w różnych fazach rozwojowych. Wykonywanie zabiegów opryskiwania na plantacji rzepaku, będącej w zaawansowanej fazie rozwojowej, z użyciem opryskiwaczy zawieszanych lub zaczepianych, zawsze prowadzi do powstawania strat w plonie i często do uszkodzeń roślin. Rzepak w trakcie wegetacji szybko się rozrasta, stąd też zakładanie specjalnych ścieżek technologicznych, czy dróg przejazdowych w tej uprawie ma ograniczone zastosowanie (praktycznie tylko do fazy wydłużania pędu głównego). Opryskiwacze wyposażone w belki polowe o dużych szerokościach roboczych (24–40 m) powodują proporcjonalnie mniejsze uszkodzenia roślin, gdyż zmniejsza się liczba przejazdów roboczych. Znaczny wzrost szerokości roboczej belek polowych powoduje problemy z utrzymaniem odpowiedniej sztywności i wypoziomowania belki. Stąd też w opryskiwaczach wyposażonych

w technikę PSP (Pomocniczy Strumień Powietrza) rzadko montuje się belki o szerokości przekraczającej 30 m. Wiąże się to najczęściej z trudnościami dotyczącymi stabilizacji belki, koniecznością równomiernego rozprowadzenia strumienia powietrza wzdłuż całej belki oraz stosowania bardzo wydajnych wentylatorów o dużej powierzchni elementów roboczych.

W łanie rzepaku okres zwalczania szkodników zbiega się często w czasie z intensywnym występowaniem na plantacji pożytecznej entomofauny. Do takich zabiegów mniej przydatne okazują się opryskiwacze rękawowe z PSP, które dzięki silnemu strumieniowi powietrza skierowanemu w dół powodują zbyt głęboką penetrację łanu, a znaczna część środka chemicznego dociera do powierzchni gleby, gdzie może niszczyć organizmy pożyteczne. Z kolei do zabiegów przeciw chorobom w zwartym łanie rzepaku bardzo przydatne okazują się opryskiwacze rękawowe z PSP, wyposażone w rozpylacze wytwarzające krople grube i bardzo grube (np. rozpylacze niskoznoszeniowe i eżektorowe), które umożliwiają głębsze wnikanie rozpylonej cieczy w łan i zwiększają jakość pokrycia cieczą użytkową różnych części roślin rzepaku. Znaną zaletą opryskiwacza wyposażonego w system PSP jest to, że zabieg ochronny może być wykonywany w optymalnym terminie agrotechnicznym, a więc w takim okresie, kiedy działanie środka ochrony roślin jest najbardziej efektywne. Dodatkową korzyścią jest także to, że takie rozwiązanie umożliwia zastosowanie do zabiegów rozpylaczy wytwarzających drobne krople (najlepsze efekty w jakości pokrycia roślin cieczą użytkową), nawet przy wietrznej pogodzie, gdy użycie technik tradycyjnych jest niemożliwe z powodu zagrożenia znoszeniem.

Najmniejsze straty w plonie na plantacjach zwartych i wysokich powodują opryskiwacze samojezdne o dużym prześwicie podwozia, wąskich oponach, regulowanej rozstawie kół i o belkach polowych o dużych szerokościach roboczych. Jedną z wielu zalet tych maszyn jest ich duży prześwit i możliwość unoszenia belki polowej na znaczną wysokość (ponad 2,5 m). Opryskiwacze samojezdne odznaczają się krótszą konstrukcją, dzięki czemu można łatwiej nimi wykonywać manewry na polu. Ponadto, dzięki zwartej budowie (dwie osie w bliskiej odległości od siebie), mogą być bardzo precyzyjnie prowadzone jednym śladem na uwrociach. Obecnie jest to najbardziej wydajna i efektywna aparatura naziemna do wykonywania późnych oprysków z użyciem fungicydów i insektycydów w uprawie rzepaku.

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

Zgodnie z dobrą praktyką ochrony roślin w procesie regulacji opryskiwacza ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają

zastosowanie ustalonej dawki cieczy na hektar dla wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza. Przedawkowanie lub zastosowanie zmniejszonej dawki to czynności nieodwracalne ze wszystkimi następstwami tego faktu. Nieprecyzyjna kalibracja lub jej zaniechanie to bardzo częste przyczyny uszkodzenia roślin, obserwowane szczególnie wyraźnie po zastosowaniu niektórych herbicydów.

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

SPORZĄDZANIE CIECZY UŻYTKOWEJ

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

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

Jeżeli ciecz użytkową sporządza się w gospodarstwie, czynność tę należy wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Po odmierzeniu odpowiednich ilości środków ochrony

roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. Dobrym rozwiązaniem ograniczającym skażenia miejscowe jest sporządzanie cieczy użytkowej na polu, szczególnie w przypadku opryskiwaczy wyposażonych w specjalne rozwadniacze agrochemikaliów, gdzie komponenty ulegają wstępnemu rozcieńczeniu/rozpuszczeniu przed wprowadzeniem do zbiornika.

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

Do zabiegu nie należy używać wody o niskiej temperaturze (pobranej bezpośrednio ze studni głębinowej – dodatek np. mocznika powoduje dodatkowe obniżenie temperatury cieczy użytkowej) oraz wykorzystywać wody o dużej twardości lub zanieczyszczonej związkami organicznymi i nieorganicznymi.

Należy zawsze zwracać uwagę, aby przygotować tylko taką ilość cieczy użytkowej, która jest niezbędna do ochrony założonej powierzchni plantacji.

DOBÓR DAWKI CIECZY UŻYTKOWEJ

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

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

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

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

Do nalistnego zwalczania chwastów z użyciem standardowej techniki opryskiwania najczęściej stosuje się dawkę około 200 l/ha. Wykorzystując do zabiegu np. opryskiwacze z PSP, dawkę cieczy można zmniejszyć poniżej 100 l/ha, zachowując przy tym pełną skuteczność zabiegu. W zabiegach doglebowych zaleca się wyższe dawki cieczy użytkowej. Herbicyd aplikowany doglebowo, jeżeli w dłuższym okresie nie będzie miał odpowiednich warunków do działania (właściwa wilgotność gleby), to jego aktywność biologiczna w efekcie może być niewystarczająca.

Rośliny rzepaku tworzące zwarte i wysokie łany tworzą trudny do penetracji obszar i stąd też należy je opryskiwać wyższymi dawkami cieczy. Sytuacja taka dotyczy głównie środków o działaniu kontaktowym (fungicydy i insektycydy), szczególnie w przypadku tych chorób lub szkodników, których skuteczne zwalczanie wymaga głębokiej penetracji roślin. Podczas zwalczania sprawców chorób i szkodników występujących w górnych partiach roślin (liście wierzchołkowe, kwiatostany) oraz przy sprzyjających warunkach pogodowych (wiatr do 4 m/s, temperatura 15–25°C, wilgotność powietrza powyżej 50%) możliwe jest stosowanie rozpylaczy wytwarzających opryskiwanie drobno- lub średniokropliste oraz mniejsze ilości cieczy użytkowej, bliższe dolnym zalecanym dawkom. Większe dawki cieczy należy stosować, gdy zabieg wykonywany jest rozpylaczami grubokroplistymi, przy niskiej wilgotności powierza i gleby, prędkości wiatru bliskiej 4 m/s i bardzo zwartym i gęstym łanie.

Środki o działaniu kontaktowym wymagają bardzo dobrego pokrycia opryskiwanych roślin i generalnie wymagają stosowania większych dawek cieczy użytkowej niż środki o działaniu systemicznym (układowym). W zabiegach dolistnego dokarmiania oraz łącznego stosowania kilku środków chemicznych (np. fungicyd + insektycyd, insektycyd + fungicyd + nawóz dolistny) zaleca się stosowanie zwiększonych dawek cieczy użytkowej. Dysponując odpowiednią aparaturą zabiegową (np. opryskiwacze z PSP), dawkę cieczy można zmniejszyć do 75–100 l/ha, co powinno zagwarantować wystarczającą jakość pokrycia traktowanych roślin.

DOBÓR ROZPYLACZY DO ZABIEGU

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie, na bezpieczeństwo i skuteczność działania stosowanych środków ochrony roślin. Ich wyboru często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania (kroplistości) (Czaczyk 2012). W doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi i ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych (tab. 42).

W uprawie rzepaku konieczność wykonywania różnych zabiegów ochronnych (zwalczanie chwastów, chorób, szkodników), a także zmienne warunki pogodowe w okresie wegetacji są istotnym czynnikiem limitującym wybór właściwych parametrów opryskiwania, a w tym przede wszystkim typu i wymiaru rozpylaczy. W tabeli 43. zamieszczono zakresy zalecanych dawek cieczy użytkowej w ochronie rzepaku przed agrofagami podczas stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania i dla opryskiwaczy wykorzystujących pomocniczy strumień powietrza (PSP) dla różnych środków ochrony roślin, mieszanin oraz terminów ich stosowania. Podział na różne rodzaje opryskiwania (drobne, średnie, grube i bardzo grube) pozwala rolnikowi dobrać właściwy rozpylacz do rodzaju zabiegu według kryteriów niebezpieczeństwa znoszenia i przydatności do różnych typów zabiegów ochronnych oraz faz rozwojowych rzepaku (tab. 43; fot. 80 i 81).

Wybór optymalnej kroplistości opryskiwania jest szczególnie ważny, gdy efektywność działania środka ochrony roślin jest uzależniona od jakości pokrycia roślin lub gdy zależy nam na ograniczeniu znoszenia.

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

W konwencjonalnych opryskiwaczach polowych do zabiegów ochrony roślin stosuje się najczęściej rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Rozpylacze płaskostrumieniowe oferowane są w wielu rodzajach i typach. Do najbardziej

Tabela 42. Klasyfikacja rozpylaczy według wielkości wytwarzanych kropel (kategoria kroplistości), w zależności od najczęściej stosowanych typów i rozmiarów rozpylaczy oraz ciśnień roboczych (Klasa wielkości kropel uśredniona dla rozpylaczy o kącie 110° i 120° pochodzących od różnych producentów)

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

Źródło: opracowanie własne według danych z katalogów producentów rozpylaczy

rozpowszechnionych typów rozpylaczy zalicza się: **standard**, **uniwersalny** o polepszonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnień roboczych), **niskoznoszeniowy** (inaczej **antyznoszeniowy** lub **przeciwznoszeniowy)** oraz **eżektorowy**.

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych** lub **uniwersalnych** o podwyższonej jakości rozpylania (rozszerzony zakres ciśnienia roboczego). Rozpylacze standardowe można stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników, jak i chwastów. Wytwarzają one dużo drobnych kropel podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych (słaby wiatr, wilgotność powyżej 50%, temperatura

Tabela 43. Dobór rozpylaczy i dawki cieczy użytkowej do polowych zabiegów ochrony roślin w rzepaku z użyciem konwencjonalnych opryskiwaczy polowych i wykorzystujących technikę PSP (Pomocniczy Strumień Powietrza)

Typy rozpylaczy / Wyszczególnienie	Rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe)						Zakres dawki cieczy w l/ha	
	standardowe/uniwersalne			niskoznoszeniowe		eżektorowe	technika konwencjo-nalna	technika PSP
Wielkość kropel (rodzaj opryskiwania)	drobne	średnie	grube	średnie	grube	grube/ bardzo grube		
Kontrola znoszenia	(*)	(**)	(**)	(**)	(***)	(****)		
HERBICYDY								
Doglebowe	(–)	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	150–300	75–150
Nalistne	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	100–250	50–100
FUNGICYDY								
Wczesne fazy rozwojowe	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	150–250	50–100
Zwarte łany	(++)	(+)	(+)	(++)	(++)	(++)	200–300	75–150
INSEKTYCYDY								
Wczesne fazy rozwojowe	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	100–200	50–100
Zwarte łany	(++)	(+)	(+)	(++)	(++)	(+)	150–250	75–125
NAWOZY PŁYNNE								
Dolistne dokarmianie	(–)	(+)	(++)	(++)	(++)	(+)	150–300	75–150
Mieszaniny ś.o.r. i nawozów	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)	(+)	200–300	75–125

Przydatność: (++) – bardzo dobra, (+) – dobra, (–) – nie zalecany/mało przydatny
Kontrola znoszenia: (*) – słaba/brak, (**) – dobra, (***) – bardzo dobra, (****) – doskonała
Źródło: dane zebrane z materiałów własnych, szkoleniowych, katalogów i poradników Dobrej Praktyki Ochrony Roślin

poniżej 22–25°C). Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych. W ochronie z użyciem fungicydów niezwykle istotny jest transport cieczy użytkowej jak najgłębiej w łan na łodygi i dobre pokrycie dolnych stron liści, czyli miejsc, w których najczęściej rozpoczyna się infekcja. Opryskiwacz wyposażony w standardowe rozpylacze płaskostrumieniowe nie zapewnia dokładnego pokrycia zwartych roślin, szczególnie liści i łodyg głęboko ukrytych w łanie, co jest istotne podczas zabiegów przeciw chorobom grzybowym infekującym np. rośliny rzepaku. Zalecane ciśnienie robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych wynosi od 2 do 4 bar (b) (1 b = 1 atm = 0,1 MPa). Rozpylacze uniwersalne o podwyższonej jakości rozpylania mogą pracować w szerokim zakresie cienienia roboczego (od 1 do 5 bar), zapewniając uzyskanie większej jednorodność wytwarzanych kropel. Rozpylacze te mogą być stosowane we wszystkich zabiegach ochrony roślin, przy normalnych warunkach pogodowych. Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego i dobrą penetrację łanu.

Rozpylacze ograniczające znoszenie kropel cieczy, dzięki wytwarzaniu grubych i bardzo grubych kropel, polecane są do zabiegów wykonywanych w trudniejszych warunkach atmosferycznych. Do tej grupy należą tzw. rozpylacze niskoznoszeniowe i eżektorowe (Hołownicki i wsp. 2012). Rozpylacze **niskoznoszeniowe** mają najczęściej wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy rozpylającej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel podatnych na znoszenie i odparowanie. Rozpylacze antyznoszeniowe nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz insektycydów i fungicydów. Najlepiej pracują przy ciśnieniu roboczym w zakresie od 2 do 5 bar.

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

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy trudniejszych warunkach pogodowych, np. przy silniejszym wietrze. Rozpylacze te wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę, pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (Wachowiak i Kierzek 2010). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan, docierając do głęboko ukrytych części roślin. W pierwszych konstrukcjach rozpylaczy eżektorowych optymalną pracę (jakość rozpylania cieczy) uzyskiwano dla ciśnień roboczych w granicach od 5 do 8 bar. W nowoczesnych rozwiązaniach tych rozpylaczy zadowalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy uzyskuje się już

przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–2 bar. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%. Rozpylacze eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu układowym. Coraz częściej w praktyce rolniczej stosowana jest dwustrumieniowa wersja rozpylaczy eżektorowych o dwóch płaskich, wachlarzowych strumieniach cieczy, najczęściej tworzących względem siebie kąt 60°. W trakcie przejazdu rośliny opryskiwane są dwoma strumieniami cieczy. Jeden strumień skierowany jest w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, co ma zapewnić dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych, jak i pionowych powierzchni roślin oraz dobrą penetrację łanu.

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

Rozpylacze wykorzystywane do zabiegów ochronnych najczęściej są wykonane z tworzyw sztucznych, tzw. polimerów, hartowanej stali nierdzewnej, ceramiki i - rzadko – mosiądzu. Intensywnie użytkowany opryskiwacz powinien być wyposażony w rozpylacze ze stali nierdzewnej (fot. 80) lub ceramiczne (ewentualnie tylko element rozpylający wykonany z ceramiki – fot. 81, rozpylacz środkowy – kolor żółty), które, choć są znacznie droższe, to gwarantują najdłuższy okres użytkowania. Nawet niewielkie uszkodzenie otworu rozpylającego, wskutek

Fot. 80. Wielkość kropli wytwarzana przez rozpylacz o płaskim strumieniu zależy od jego konstrukcji. Przy tym samym wydatku i pod ciśnieniem 0,3 MPa rozpylacze przedstawione na zdjęciu klasyfikowane są następująco: bardzo drobnokroplisty – klasyczny rozpylacz dwustrumieniowy (po lewej), drobnokroplisty – standardowy rozpylacz jednostrumieniowy (w środku), bardzo grubokroplisty – rozpylacz eżektorowy (po prawej) (fot. H. Ratajkiewicz)

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

nieprawidłowej eksploatacji lub oczyszczania, może być przyczyną zwiększenia wypływu cieczy oraz pogorszenia równomierności rozkładu cieczy. Rozpylacz należy uznać za zużyty, gdy natężenie wypływu (wydatek jednostkowy) przekracza o 10% wartość odczytaną z tabel dla nowego rozpylacza. W przypadku zatkania szczeliny rozpylacza nie wolno używać do oczyszczenia przedmiotów twardych i ostrych. Przy wymianie rozpylaczy (np. wskutek zużycia lub uszkodzenia) należy pamiętać, aby używać zawsze tego samego rozmiaru i koloru rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar oraz równomierny rozkład cieczy pod belką polową.

Po wyborze typu i rozmiaru rozpylaczy do odpowiedniego rodzaju zabiegu opryskiwania kolejnym ważnym działaniem jest właściwy dobór rodzaju filtrów indywidualnych (do ostatniego etapu filtracji cieczy) montowanych w korpusach rozpylaczy. Wybór właściwego typu oraz gęstości siatki filtrów indywidualnych (w mesh – „M") warunkuje bezproblemową pracę rozpylaczy (odpowiedni przepływ i zaplanowany wydatek jednostkowy z rozpylacza). Rozpylacze o mniejszych rozmiarach (np. 015; 02; 025), w których intensywność wypływu cieczy dla zalecanego zakresu ciśnień roboczych (np. 0,1–0,5 MPa inaczej w zakresie 1-5 bar) nie przekracza 1 l/min, powinny być zabezpieczone filtrami o gęstości siatki 80 lub 100 mesh (liczba oczek na cal siatki), natomiast w pozostałych rozpylaczach (o wydatku powyżej 1 l/min) w zupełności wystarczą filtry o gęstości siatki 50 mesh lub mniejszej.

KĄT STRUMIENIA CIECZY A WYSOKOŚĆ BELKI POLOWEJ

W tradycyjnych opryskiwaczach polowych rozpylacze płaskostrumieniowe umieszczone są na belce polowej w rozstawie co 50 cm. Zapewnia to równomierny rozkład poprzeczny cieczy na całej szerokości belki, dzięki nakładaniu się sąsiadujących strumieni (wachlarzy) cieczy. Rozpylacze szczelinowe mają różny kąt rozpylania cieczy: 80°, 90°,110° lub 120°. Najbardziej uniwersalnymi do zabiegów ochrony przed chwastami, chorobami i szkodnikami są rozpylacze o kącie strumienia 110° lub 120°. Kąt rozpylania cieczy ma istotne znaczenie przy ustawianiu odległości belki roboczej od opryskiwanych powierzchni. Przy większym kącie rozpylania belka opryskiwacza powinna być ustawiona niżej, np. kąt 120° – 35–45 cm, a przy kącie mniejszym – wyżej, np. 80° – 60–75 cm. Dla najbardziej popularnych rozpylaczy o kącie 110° optymalną odległością jest 50 cm. Nie należy przeprowadzać opryskiwania z większej lub mniejszej wysokości niż zalecane przez producenta rozpylaczy. Jeśli belka polowa jest ustawiona zbyt nisko, to pozostają obszary o zagęszczonym naniesieniu oraz pasy nieopryskane, a jeśli zbyt wysoko, równomierność rozkładu cieczy jest nieprawidłowa i może dojść do zwiększonego znoszenia cieczy użytkowej na sąsiednie uprawy.

WARUNKI WYKONYWANIA ZABIEGÓW

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

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

Szczególnie środki ochrony roślin stosowane nalistnie wykazują największą wrażliwość na zmieniające się warunki pogodowe. Duży wpływ na efektywność stosowanych środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. Stosowanie rozpylaczy wytwarzających drobne krople lub ustawienie belki polowej na większą wysokość w warunkach niskiej wilgotności powietrza i zwiększonej prędkości wiatru może być przyczyną przemieszczania się kropel poza

opryskiwany obszar (Kierzek i wsp. 2010). W celu uzyskania wysokiej skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu należy wykonywać opryskiwanie w optymalnych warunkach pogodowych.

Zalecane temperatury powietrza podczas zabiegów są warunkowane rodzajem i mechanizmem działania aplikowanego środka ochrony roślin i takie dane zawarte są w tekstach etykiet. W przypadku większości preparatów optymalna skuteczność ich działania osiągana jest w temperaturze 12–20°C (tab. 44). Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę i niską wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów. Wykonywanie zabiegu przy umiarkowanej temperaturze i niewielkim nasłonecznieniu w dużym stopniu ogranicza parowanie zastosowanego środka ochrony roślin, minimalizując ryzyko ewentualnych zatruć, które mogą wystąpić podczas jego wdychania. Najlepiej zabiegi zwalczania wykonywać rano lub wieczorem z uwagi na mniejszy wiatr i mniejsze nasłonecznienie, względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych. W czasie opryskiwania temperatura powietrza nie powinna przekraczać 22–25°C, natomiast temperatura cieczy użytkowej nie powinna być niższa od 5–8°C. Względna wilgotność powietrza powinna być większa niż 60%.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nie przekraczającej 4 m/s. Niewielki wiatr, o prędkości od 1 do 2 m/s, jest korzystny również ze względu na zawirowania i lepsze przemieszczanie się rozpylanej cieczy wśród opryskiwanych roślin. Do przybliżonego oznaczania siły wiatru, bez pomocy specjalnych przyrządów, wykorzystać można skalę Beauforta, według której prędkość wiatru jest scharakteryzowana odpowiednim oddziaływaniem na środowisko (tab. 45). Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i w razie konieczności ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o tym samym wydatku jednostkowym (w l/min), lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe względnie eżektorowe), ewentualnie rozpylacze krańcowe.

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

Podczas opryskiwania upraw polowych prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 6–12 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belkę z PSP

Tabela 44. Graniczne i optymalne warunki meteorologiczne do wykonywania zabiegów ochrony roślin

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

Tabela 45. Oznaczania przybliżonej prędkości wiatru z wykorzystaniem skali Beauforta do zaleceń wykonywania zabiegów opryskiwania

Przybliżona prędkość wiatru		Skala Beauforta	Nazwa wiatru	Widoczne oznaki prędkości wiatru	Zalecenia dotyczące możliwości wykonywania zabiegów opryskiwania
[m/s]	[km/godz.]				
do 0,3	do 1,0	0	cisza	dym unosi się prosto do góry	unikać opryskiwania podczas słonecznej, upalnej pogody
0,3–1,5	1,0–5,4	1	powiew	dym lekko znoszony, można określić kierunek wiatru	idealne warunki do opryskiwania
1,6–4,0	5,8–14,4	2	słaby wiatr	odczuwa się wiatr na twarzy, liście szeleszczą	dobre warunki do opryskiwania
4,0–5,4	14,4–19,4	3	łagodny wiatr	wiatr wprawia w bezustanny ruch gałązki i liście drzew	opryskiwanie zabronione, wzrasta ryzyko znoszenia (istnieją już techniki umożliwiające zabieg)
5,5–8,0	19,8–28,8	4	umiarkowany wiatr	wiatr porusza małe gałęzie	zabieg opryskiwania jest niemożliwy

Przelicznik jednostek: 1 km/godz. = 0,277 m/s; 1 m/s = 3,6 km/godz.

8–18 km/h. Niższe prędkości robocze (4–8 km/h) zaleca się podczas opryskiwania upraw zwartych i wyrośniętych oraz przy nierównej powierzchni pola, będącej przyczyną dużych wahań belki polowej.

ZABIEGI OCHRONNE A ZATRUCIE ZAPYLACZY

Podczas zabiegów zwalczania szkodników (szczególnie słodyszka rzepakowego) w okresie kwitnienia rzepaku lub zwalczania chwastów w okresie kwitnienia może dojść do zatruć zapylaczy. W celu uniknięcia i niedopuszczenia do zatrucia pszczół należy:

- zabiegi opryskiwania wykonywać sprzętem sprawnym technicznie, posiadającym aktualne badania przeglądu technicznego;
- zabiegi opryskiwania wykonywać tylko po przekroczeniu przez organizmy szkodliwe (np. szkodniki) progów ekonomicznej szkodliwości;
- jeżeli jest to możliwe, obszar poddany opryskiwaniu ograniczać do pasów brzeżnych lub miejsc wystąpienia organizmów szkodliwych;
- zabiegi w rzepaku wykonywać z użyciem środków selektywnych, nietoksycznych dla pszczół lub o krótkim okresie prewencji, bezwzględnie przestrzegając zapisów i ograniczeń zawartych w etykiecie środka ochrony roślin;
- zabiegi wykonywać wieczorem lub w nocy, po zakończeniu oblotu uprawy przez pszczoły z użyciem sprzętu gwarantującego właściwą jakość, precyzję i bezpieczeństwo opryskiwania;
- zapobiegać znoszeniu cieczy użytkowej, szczególnie na sąsiednie, kwitnące uprawy, a także miejsca, gdzie zapylacze mogą mieć pożytek.

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

18.3. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania

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

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

Mycie opryskiwacza jest absolutnie konieczne, gdy kolejny zabieg będzie wykonywany na innej uprawie, a zastosowany środek stwarza ryzyko uszkodzenia roślin w kolejnym zabiegu (np. herbicyd, regulator wzrostu). Szczególnie w uprawie gorczycy w wyniku niedokładnego umycia opryskiwacza z resztek środków ochrony roślin może dojść do zahamowania wzrostu lub poważnych uszkodzeń roślin. Taka sytuacja może wystąpić po zabiegu z użyciem herbicydów np. w zbożach i niedokładnym umyciu opryskiwacza, który następnie często wykorzystuje się do opryskiwania roślin rzepaku z użyciem fungicydów lub insektycydów.

Po zakończeniu każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) usunięcie resztek cieczy użytkowej z opryskiwacza można dokonać przez wypryskanie cieczy użytkowej na polu lub spuszczenia pozostałej cieczy do specjalnych naczyń lub zbiorników. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę lub do systemu ściekowo-kanalizacyjnego albo wylewanie w jakimkolwiek innym miejscu uniemożliwiającym jej zebranie lub stwarzającym ryzyko skażenia gleby i wody. Opryskiwacz należy dokładnie umyć, w miejscu do tego przeznaczonym.

Czynności związane z myciem, płukaniem zbiornika i instalacji cieczowej opryskiwacza wykonuj w bezpiecznej odległości – nie mniejszej niż 30 m – od studni, zbiorników i cieków wodnych, studzienek kanalizacyjnych oraz obszarów wrażliwych na skażenie.

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

Procedura płukania zbiornika i instalacji cieczowej

- do płukania używać najmniejszą konieczną ilość wody (2–10% objętości zbiornika lub ilość do 10-krotnego rozcieńczenia pozostałej w zbiorniku cieczy) – zalecane jest trzykrotne płukanie instalacji cieczowej małą porcją wody;
- włączyć pompę i przy zamkniętym dopływie do rozpylaczy przepłukać w czasie 2–4 min wszystkie używane podczas zabiegu elementy układu cieczowego;
- popłuczyny wypryskać z większą prędkością roboczą i mniejszym ciśnieniu roboczym na powierzchnię uprzednio opryskiwaną (najlepiej czynność taką powtórzyć trzykrotnie) lub jeśli nie jest to możliwe, resztki wykorzystać zgodnie z zaleceniami dotyczącymi zagospodarowania pozostałości płynnych;
- zdemontować wkłady filtrów, oczyścić je i zamontować ponownie na swoim miejscu;

- resztki pozostałej spuszczonej cieczy z opryskiwacza należy unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczną biodegradację substancji czynnych ś.o.r. Do czasu neutralizacji lub utylizacji płynne pozostałości można przechowywać w przeznaczonym do tego celu szczelnym, oznakowanym i zabezpieczonym zbiorniku.

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

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

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

19. ZASADY PROWADZENIA DOKUMENTACJI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN ORAZ LISTY KONTROLNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI

Dokumentacja w integrowanej ochronie roślin

Obowiązek prowadzenia dokumentacji dotyczącej stosowania środków ochrony roślin przez użytkowników profesjonalnych wynika z art. 67 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącej wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającej przepisy dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309 z 24.11.2009, str. 1). Użytkownik profesjonalny jest zobligowany do prowadzenia i przechowywania przez 3 lata dokumentacji dotyczącej wykonanych zabiegów. Prowadzona dokumentacja musi zawierać obligatoryjnie takie elementy jak: nazwa środka ochrony roślin, czas zastosowania i zastosowaną dawkę, obszar (lub powierzchnię lub jednostkę masy ziarna) i uprawy (lub obiekty), na których zastosowano środek ochrony roślin. Dodatkowo ustawa o środkach ochrony roślin w art. 35 obliguje rolnika do wskazania w prowadzonej dokumentacji sposobu realizacji wymagań integrowanej ochrony roślin przez podanie co najmniej przyczyny wykonania zabiegu środkiem ochrony roślin. Stosujący środki ochrony roślin może w dokumentacji odnotowywać również inne działania i spostrzeżenia związane z prowadzoną produkcją rolniczą, np. informacje o warunkach pogodowych podczas wykonywanego zabiegu oraz godziny aplikacji. Po wykonaniu zabiegu w tabeli można podać informacje dotyczące jego skuteczności.

Dokumentację można prowadzić według poniższego schematu (tab. 46).

Tabela 46. Przykładowa tabela do prowadzenia dokumentacji zabiegów środkami ochrony roślin

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

Źródło: Bereś i wsp. (2013)

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

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa w ramach prowadzonych kontroli stosowania środków ochrony roślin weryfikuje również u profesjonalnych użytkowników stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem listy weryfikacyjnej (tab. 47).

Tabela 47. Lista weryfikacyjna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin

I. Działania w celu zapobiegania lub ograniczenia występowania organizmów szkodliwych	**Tak/Nie**	**Nie dotyczy**	**Uwagi**
Stosowanie płodozmianu	❑/❑	❑	
Właściwy termin siewu lub sadzenia	❑/❑	❑	
Agrotechnika uprawy	❑/❑	❑	
Stosowanie odmian odpornych/tolerancyjnych	❑/❑	❑	
Stosowanie materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie zgodnie z przepisami o nasiennictwie	❑/❑	❑	
Mechaniczne zwalczanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Biologiczne zwalczanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Zrównoważone nawożenie, nawadnianie i wapnowanie	❑/❑	❑	
Stosowanie środków higieny (np. czyszczenie i dezynfekcja maszyn, sprzętu itp.)	❑/❑	❑	
Inne, wskazać jakie	❑/❑	❑	
II. Korzystanie z narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji o zwalczaniu organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Monitorowanie organizmów szkodliwych	❑/❑	❑	
Progi ekonomicznej szkodliwości	❑/❑	❑	
Korzystanie z opracowań naukowych	❑/❑	❑	
Korzystanie z danych meteorologicznych	❑/❑	❑	
Korzystanie z usług doradczych w integrowanej ochronie roślin	❑/❑	❑	

Tabela 47. Lista weryfikacyjna stosowania zasad integrowanej ochrony roślin – cd.

III. Podejmowanie działań w celu minimalizowania zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
Stosowanie selektywnych środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
Ograniczenie liczby zabiegów	❑ / ❑	❑	
Redukowanie dawek	❑ / ❑	❑	
Przemienne stosowanie środków ochrony roślin	❑ / ❑	❑	
IV. Czy w ocenie profesjonalnego użytkownika stosowane działania i metody integrowanej ochrony roślin są efektywne?	❑ / ❑	❑	

Źródło: PIORiN

Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem realizacji zasad integrowanej ochrony roślin wiąże się z wypełnieniem podstawowych wymogów prawnych dotyczących posiadanej dokumentacji, środków ochrony roślin oraz prawidłowości wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin. Punkty wyszczególnione w tabeli 48 umożliwią osobie stosującej środki ochrony roślin zweryfikować spełnienie tych wymogów.

Tabela 48. Obligatoryjne wymagania dla profesjonalnego użytkownika środków ochrony roślin

Punkty kontrolne	**Spełnienie wymogów (tak/nie)**	**Opis, w jaki sposób wymaganie zostało spełnione**
Posiadanie przez osobę stosującą środki ochrony roślin aktualnego, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenia o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin (przy fumigowaniu w zakresie stosowania środków ochrony roślin metodą fumigacji) lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin (lub uprawnień wynikających ze zwolnień w ramach ustawy o środkach ochrony roślin)	❑ / ❑	
Posiadanie dowodów zakupu fabrycznie nowego sprzętu, albo aktualnego protokołu badania technicznego potwierdzającego sprawność techniczną sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin oraz oznaczenia znakiem kontrolnym lub posługiwanie się sprzętem wyłączonym z obowiązku badań;	❑ / ❑	

Tabela 48. Obligatoryjne wymagania dla profesjonalnego użytkownika środków ochrony roślin – cd.

posiadanie i prawidłowe prowadzenie dokumentacji dotyczącej stosowanych środków ochrony roślin	❑ / ❑	
Stosowanie środków ochrony roślin zgodnie z etykietą, w tym z zachowaniem warunków dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od pasiek i terenów nieużytkowanych rolniczo	❑ / ❑	
Stosowanie środków ochrony roślin z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin	❑ / ❑	
Przechowywanie środków ochrony roślin wyłącznie w oryginalnych opakowaniach	❑ / ❑	
Przechowywanie środków ochrony roślin w miejscach do tego przeznaczonych zgodnie wymaganiami prawa	❑ / ❑	
Używanie wyłącznie środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania zezwoleniem/ pozwoleniem ministra właściwego do spraw rolnictwa (wpisanych do rejestru środków ochrony roślin)	❑ / ❑	
Używanie nieprzeterminowanych środków ochrony roślin	❑ / ❑	
Prawidłowe postępowanie z opakowaniami jednostkowymi po środkach ochrony roślin	❑ / ❑	
Przestrzeganie okresów, po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym ludzie oraz zwierzęta gospodarskie nie powinny przebywać na obszarze objętym zabiegami	❑ / ❑	
Przestrzeganie warunków dotyczących miejsc sporządzania cieczy użytkowej oraz napełniania sprzętu do stosowania środków ochrony roślin	❑ / ❑	
Przestrzeganie warunków bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin	❑ / ❑	
Przestrzeganie warunków prawidłowego postępowania z resztkami cieczy użytkowej	❑ / ❑	
Przestrzeganie wymogów dotyczących miejsc czyszczenia sprzętu do stosowania środków ochrony roślin	❑ / ❑	

Dokumentacja w integrowanej produkcji roślin

W przypadku gdy producent ubiega się o certyfikat integrowanej produkcji roślin, to zobowiązany jest do dokumentowania prowadzonych działań związanych

z produkcją roślin w notatniku integrowanej produkcji (IP) roślin. Wzór notatnika IP Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi określił w rozporządzeniu z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie dokumentowania działań związanych z integrowaną produkcją roślin (Dz.U. poz. 788). Prawidłowo i na bieżąco prowadzony notatnik IP stanowi jeden z niezbędnych elementów wymaganych przez podmioty certyfikujące do wydania certyfikatu integrowanej produkcji roślin.

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

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

Prowadzenie notatnika zwalnia producenta z obowiązku prowadzenia dodatkowej dokumentacji zabiegów dla zgłoszonej uprawy, ponieważ wszystkie wymogi w tym zakresie, określone rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady

(WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. i ustawą o ośrodkach ochrony roślin są spełnione. W takim przypadku producent obowiązany jest przechowywać notatnik przez okres 3 lat.

Tabela 49. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
Wymagania podstawowe (zgodność 100%, tj. 28 punktów)			
1	Czy producent prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora?	❑/❑	
2	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	❑/❑	
3	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	❑/❑	
4	Czy Notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	❑/❑	
5	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	❑/❑	
6	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	❑/❑	
7	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	❑/❑	
8	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione?	❑/❑	
9	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam, gdzie to jest możliwe)?	❑/❑	
10	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin, lub integrowanej produkcji roślin, lub innego dokumentu potwierdzającego uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	❑/❑	

Tabela 49. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
11	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie – roślinie?	❑/❑	
12	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	❑/❑	
13	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4 m/s)?	❑/❑	
14	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	❑/❑	
15	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum ?	❑/❑	
16	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	❑/❑	
17	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	❑/❑	
18	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	❑/❑	
19	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	❑/❑	
20	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	❑/❑	
21	Czy opryskiwacze wymienione w Notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	❑/❑	
22	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	❑/❑	
23	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwacza?	❑/❑	
24	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	❑/❑	

Tabela 49. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – cd.

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
25	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym zamkniętym pomieszczeniu w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	❑/❑	
26	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	❑/❑	
27	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	❑/❑	
28	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony pożytecznych organizmów?	❑/❑	
	Suma punktów		

Wymagania dodatkowe dla polowych upraw rolniczych (zgodność min. 50%, tj. 8 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1	Czy uprawiane odmiany roślin zostały dobrane pod kątem integrowanej produkcji roślin?	❑/❑	
2	Czy każde pole jest oznaczone zgodnie z wpisem w Notatniku IP?	❑/❑	
3	Czy producent stosuje prawidłowy płodozmian?	❑/❑	
4	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami IP?	❑/❑	
5	Czy w uprawach jest stosowany zalecany międzyplon?	❑/❑	
6	Czy w gospodarstwie prowadzi się działania ograniczające erozję gleby?	❑/❑	
7	Czy do wykonania zabiegu zostały używane opryskiwacze wyszczególnione w notatniku IP?	❑/❑	
8	Czy maszyny do stosowania nawozów są utrzymane w dobrym stanie technicznym?	❑/❑	
9	Czy maszyny do stosowania nawozów umożliwiają dokładne ustalenie dawki?	❑/❑	
10	Czy każde zastosowane nawożenie jest zanotowane z uwzględnieniem formy, rodzaju, daty stosowania, ilości oraz miejsca stosowania i powierzchni?	❑/❑	

Tabela 49. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – cd.

11	Czy nawozy są magazynowane w oddzielnym, wyznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	❑ / ❑	
12	Czy producent zabezpiecza puste opakowania po środkach ochrony roślin przed dostępem osób postronnych?	❑ / ❑	
13	Czy producent posiada odpowiednio przygotowane miejsce do zbierania odpadów i odrzuconych płodów rolnych?	❑ / ❑	
14	Czy w pobliżu miejsc pracy znajdują się apteczki pierwszej pomocy medycznej?	❑ / ❑	
15	Czy w gospodarstwie są wyraźnie oznaczone miejsca niebezpieczne, np. miejsca przechowywania środków ochrony roślin?	❑ / ❑	
16	Czy producent korzysta z usług doradczych?		
	Suma punktów		

Zalecenia (realizacja min. 20%, tj. 2 punkty)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1	Czy dla gospodarstwa są sporządzone mapy glebowe?	❑ / ❑	
2	Czy nawozy nieorganiczne są magazynowane w czystym i suchym pomieszczeniu?	❑ / ❑	
3	Czy wykonano analizę chemiczną nawozów organicznych na zawartość składników pokarmowych?	❑ / ❑	
4	Czy oświetlenie w pomieszczeniu, gdzie przechowywane są środki ochrony roślin umożliwia odczytywanie informacji zawartych na opakowaniach środków ochrony roślin?	❑ / ❑	
5	Czy producent wie, jak należy postępować w przypadku rozlania lub rozsypania się środków ochrony roślin i czy ma narzędzia do przeciwdziałania takiemu zagrożeniu?	❑ / ❑	
6	Czy producent ogranicza dostęp do kluczy i magazynu, w którym przechowuje środki ochrony roślin, osobom niemającym uprawnień w zakresie ich stosowania?	❑ / ❑	

Tabela 49. Lista kontrolna integrowanej produkcji (IP) dla upraw rolniczych – cd.

7	Czy producent przechowuje w gospodarstwie tylko środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawianych przez siebie gatunkach?	❑ / ❑	
8	Czy producent pogłębia wiedzę na spotkaniach, kursach lub konferencjach poświęconych integrowanej produkcji roślin?	❑ / ❑	
	Suma punktów		

20. FAZY ROZWOJOWE RZEPAKU

RZEPAK (*Brassica napus* ssp. *napus* L.)

Rzepak (*Brassica napus* ssp. *napus* L.) jest rośliną z rodziny kapustowatych. Występuje w dwóch formach botanicznych: jarej i ozimej, których długość wynosi, odpowiednio, 90–120 dni i 300–330 dni (w warunkach Polski). Dla rzepaku opracowano dwa klucze fenologiczne: pierwszy z nich, oparty na oryginalnej skali BBCH, ma znaczenie ogólne, a drugi, bardziej szczegółowy, z zachowaniem podziału okresu wegetacyjnego rośliny, przeznaczony jest dla formy ozimej. U formy ozimej na cały czas wegetacji przypadają dwa okresy: okres zmian morfologicznych, widocznych u roślin późnym latem i jesienią oraz wiosną i wczesnym latem, a także okres przerwy spoczynkowej, w którym zachodzą zmiany trudne do zaobserwowania. W skali BBCH utworzono 9 głównych faz rozwojowych rzepaku: 0 – Kiełkowanie, 1 – Rozwój liści, 2 – Rozwój pędów bocznych, 3 – Wzrost pędu głównego, 5 – Rozwój pąków kwiatowych, 6 – Kwitnienie, 7 – Rozwój owoców, 8 – Dojrzewanie owoców, 9 – Starzenie, okres spoczynku. Długość poszczególnych faz rozwojowych rzepaku w znacznej mierze uwarunkowana jest warunkami klimatycznymi, a szczególnie temperaturą. U rzepaku zaobserwowano prawidłowość, że im wcześniej zaczyna się dana faza rozwojowa (z wyjątkiem kiełkowania), tym trwa dłużej, a im później, tym trwa ona krócej (Matysiak i Strażyński 2018).

KOD OPIS

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie

00 Suche nasiona
01 Początek pęcznienia nasion
03 Koniec pęcznienia nasion
05 Korzeń zarodkowy wydostaje się z nasienia
07 Z okrywy nasiennej wyłania się hypokotyl (kiełek) z liścieniami
08 Hypokotyl z liścieniami rośnie w kierunku powierzchni gleby
09 Liścienie przebijają się przez powierzchnię gleby

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści (formowanie rozety)[11]

10 Liścienie całkowicie rozwinięte
11 Faza pierwszego liścia
12 Faza drugiego liścia
13 Faza trzeciego liścia
1. Fazy trwają aż do ...
19 Faza dziewięciu lub więcej liści[1]

Główna faza rozwojowa 2: Rozwój pędów bocznych

20 Brak bocznych rozgałęzień
21 Początek rozwoju pędów bocznych, pierwszy pęd boczny
22 Dwa pędy boczne
23 Trzy pędy boczne
2. Fazy trwają aż do ...
29 Koniec formowania pędów bocznych, widocznych dziewięć lub więcej pędów bocznych

Główna faza rozwojowa 3: Wzrost pędu głównego (początek formowania łodygi)

30 Początek wydłużania łodygi, brak międzywęźli (rozeta)
31 Widoczne pierwsze międzywęźle
32 Widoczne drugie międzywęźle
33 Widoczne trzecie międzywęźle
3. Fazy trwają aż do ...
39 Widocznych dziewięć lub więcej międzywęźli

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój pąków kwiatowych (pąkowanie)

50 Pąki kwiatowe zamknięte w liściach
51 Faza zielonego pąka
52 Pąki kwiatowe wyłaniają się z najmłodszych liści
53 Pąki kwiatowe nad najmłodszymi liśćmi
55 Widoczne pojedyncze pąki kwiatowe (główny kwiatostan), nadal zamknięte
57 Widoczne nadal zamknięte pojedyncze pąki kwiatowe (kwiatostany boczne)
59 Widoczne pierwsze płatki, pąki kwiatowe nadal zamknięte (żółty pąk)

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

60 Otwarte pierwsze kwiaty

[1] Wydłużanie łodygi może pojawić się wcześniej niż w fazie 19 (dotyczy tylko rzepaku jarego); w tym przypadku kontynuowane jest w fazie 20 albo 30. Dla rzepaku ozimego po uformowaniu rozety, przed zimą następuje okres spoczynku wegetacyjnego. Na wiosnę kontynuowana jest faza 30 lub 50.

61 10% otwartych kwiatów na głównym kwiatostanie (początek kwitnienia), wydłużanie się głównego kwiatostanu
62 20% otwartych kwiatów na głównym kwiatostanie
61 30% otwartych kwiatów na głównym kwiatostanie
64 40% otwartych kwiatów na głównym kwiatostanie
65 Pełne kwitnienie: 50% kwiatów na głównym kwiatostanie otwartych, starsze płatki opadają
67 Końcowa faza kwitnienia, większość płatków opada
69 Koniec kwitnienia

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców
71 10% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
72 20% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
73 30% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
74 40% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
75 50% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
76 60% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
77 70% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
78 80% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
79 Prawie wszystkie łuszczyny osiągają ostateczną wielkość

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie owoców
80 Początek dojrzewania: nasiona zielone, wypełniają zagłębienia w łuszczynie
81 10% łuszczyn dojrzewa, nasiona brązowieją i twardnieją
82 20% łuszczyn dojrzewa, nasiona brązowe i twarde
83 30 % łuszczyn dojrzewa, nasiona brązowe i twarde
84 40% łuszczyn dojrzewa, nasiona brązowe i twarde
85 50 % łuszczyn dojrzewa, nasiona czarne i twarde
86 60% łuszczyn dojrzewa, nasiona brązowe i twarde
87 70% łuszczyn dojrzewa, nasiona czarne i twarde
88 80% łuszczyn dojrzewa, nasiona czarne i twarde
89 Pełna dojrzałość, prawie wszystkie łuszczyny dojrzałe, nasiona czarne i twarde

Główna faza rozwojowa 9: Starzenie i zamieranie
97 Roślina zamiera i usycha
99 Nasiona zebrane, okres spoczynku

KOD OPIS (wg Muśnicki 2016)

Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie i wschody
Pobieranie wody przez nasiona, przemiany biochemiczne substancji zapasowych w nasionach, wzrost korzonka zarodkowego i łodyżki podliścieniowej, pojawianie się siewek nad powierzchnią gleby i wzrost liścieni.

00 Nasiona suche
01 Pęcznienie nasion
02 Przemiany substancji zapasowych w nasionach
03 Ukazanie się korzonka zarodkowego
04 Formowanie przez zarodek łodyżki podliścieniowej (hypokotylu)
05 Łodyżka podliścieniowa pojawia się nad powierzchnią gleby w postaci zagiętego kolanka
06 Prostowanie kolanka nad ziemią i rozwój liścieni (początek wschodów)
07–09 Wzrost liścieni

Główna faza rozwojowa 1: Formowanie i rozwój rozety liściowej:
Tworzenie kolejnych liści i ich wzrost; w miarę rozwoju rozety najstarsze liście mogą żółknąć i opadać; kolejna faza rozwojowa następuje po wyodrębnieniu się ogonka najmłodszego liścia.

10 Liścienie całkowicie rozwinięte; między liścieniami pojawia się ogonek pierwszego liścia
11 Faza pierwszego liścia
12 Faza drugiego liścia
13 Faza trzeciego liścia
14 Faza czwartego liścia
15–18 Fazy kolejnych liści
19 Faza dziewięciu i więcej liści w rozecie

Główna faza rozwojowa 2: Okres zimowego spoczynku roślin
Ustanie wzrostu roślin wskutek trwałego (ponad 5-dniowego) obniżenia się średnich temperatur poniżej 5°C; nadziemna masa roślin nie ulega powiększeniu, ale w roślinach zachodzą zmiany generatywne (różnicowanie stożka wzrostu) i biochemiczne, w tym nabywanie i utrata mrozoodporności; fenologicznie można w tej fazie wyróżnić porę przedzimia, wczesnej zimy, pełni zimy, zarania wiosny i przedwiośnia.

20 Ustanie wzrostu roślin i tworzenia nowych liści
21 Przedzimie
23 Pełnia zimy
27 Zaranie wiosny
29 Przedwiośnie

Główna faza rozwojowa 3: Formowanie i wzrost pędu głównego
Wznowienie wegetacji wiosennej oraz formowanie i wzrost łodygi.

30 Ruszenie wegetacji wiosenne; odtwarzanie przemarzniętej rozety; początek wydłużania pędu głównego
31 Widoczne pierwsze międzywęźle
32 Widoczne drugie międzywęźle
33 Widoczne trzecie międzywęźle
34–38 Widoczne kolejne międzywęźla
39 Widocznych dziewięć międzywęźli

Główna faza rozwojowa 5: Pąkowanie
Pojawianie się pąków kwiatowych na pędach głównych ponad okrywą liściową i ich rozwój; gwałtowny wzrost elongacyjny roślin (strzelanie w łodygę) i tworzenie rozgałęzień bocznych.

50 Pąki kwiatowe zamknięte w liściach
51 Zielony pąk (pąki kwiatowe widoczne z góry)
52 Pąki kwiatowe wydostają się z najmłodszych liści
53 Pąki kwiatowe rozwinięte nad najmłodszymi liśćmi
54 Pąki kwiatowe na pędzie głównym wyodrębnione z okrywy liściowej całkowicie
55–58 Pąki kwiatowe na kolejnych rozgałęzieniach bocznych wyodrębnione z okrywy liściowej całkowicie
59 Żółty pąk (widoczne pierwsze płatki w pąkach pędu głównego)

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie
Otwieranie się kolejnych kwiatów w gronach głównych i bocznych, ustanie wzrostu elongacyjnego łodyg, początek formowania łuszczyn.

60 Otwarte pierwsze kwiaty
61 Początek kwitnienia (otwartych 10% kwiatów w kwiatostanie głównym)
62 Otwartych 20% kwiatów w kwiatostanie głównym
63 Otwartych 30% kwiatów w kwiatostanie głównym
64 Otwartych 40% kwiatów w kwiatostanie głównym
65 Pełnia kwitnienia: otwartych 50% kwiatów w kwiatostanie głównym, starsze płatki opadają
66–67 Końcowa faza kwitnienia
68 Przekwitanie (większość płatków opadła)
69 Pojedyncze rośliny kończą kwitnienie – dokwitanie

Główna faza rozwojowa 7: Formowanie i rozwój łuszczyn
Wszystkie rośliny przekwitły, przyrost masy łuszczyn i nasion oraz zmiany w zawartości chlorofilu w nasionach, łodygi zaczynają jaśnieć, liście stopniowo żółkną i opadają; zielone i gładkie łuszczyny stopniowo guzowacieją wskutek wzrostu nasion, w nasionach zachodzą zmiany biochemiczne prowadzące do nagromadzenia substancji zapasowych; łuszczyny i nasiona stopniowo tracą wodę, zawartość chlorofilu w nasionach zmniejsza się, a nasiona bledną.

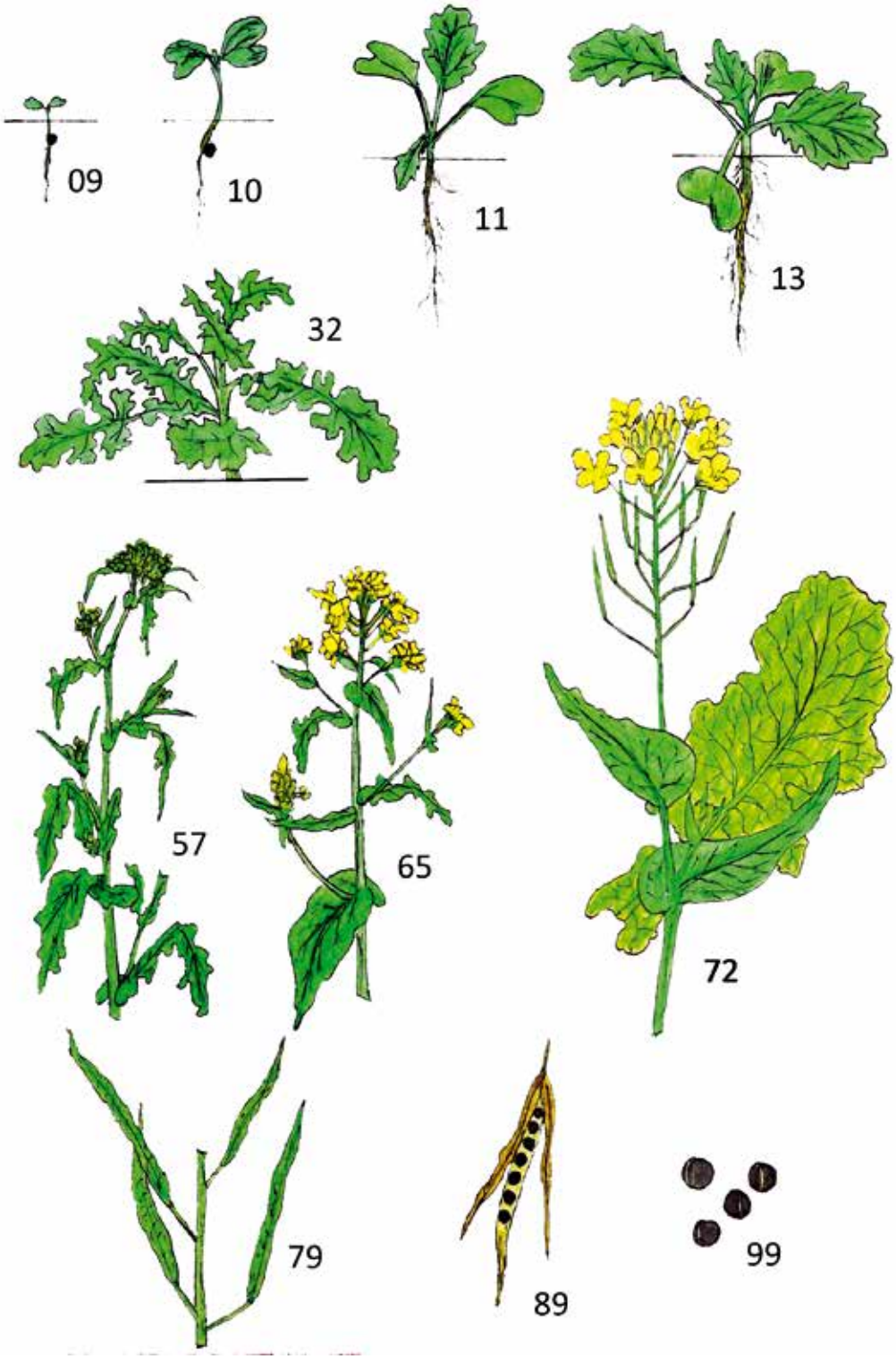
70 Pierwsze łuszczyny osiągnęły ostateczną wielkość
71 Około 10% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
72 Około 20% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
73 Około 30% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
74 Około 40% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
75 Około 50% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
76 Około 60% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
77 Około 70% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
78 Około 80% łuszczyn osiągnęło ostateczną wielkość
79 Prawie wszystkie łuszczyny osiągnęły ostateczną wielkość

Główna faza rozwojowa 8: Wzrost i dojrzewanie nasion
Łuszczyny i nasiona stopniowo zmieniają barwę; dalszy ubytek wody z nasion i zakończenie gromadzenia w nich substancji zapasowych, rozkład chlorofilu, zmiana barwy nasion, wysychanie łodyg i zamieranie liści.

80 Początek dojrzewania nasion; nasiona zielone wypełniają gniazda nasienne w łuszczynie, brunatnienie po bokach pojedynczych nasion
81 Około 10% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
82 Około 20% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
88 Około 30% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
84 Około 40% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
85 Około 50% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
86 Około 60% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
87 Około 70% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
88 Około 80% łuszczyn zawiera nasiona brązowe
89 Dojrzałość pełna (nasiona we wszystkich prawie łuszczynach brązowo-czarne i twarde)

Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie roślin
Postępujące zamieranie całych roślin; łuszczyny samoczynnie pękają, osypując brunatnoczarne nasiona; łodygi kruszeją i łamią się; cała masa wegetatywna roślin stopniowo brunatnieje i czernieje.

90–97 Rośliny stopniowo zamierają i zasychają
98 Zamarłe rośliny czernieją
99 Okres spoczynku zebranych nasion



Rys. P. Strażyński

21. SPIS LITERATURY

Adamczewski K. 2014. Odporność chwastów na herbicydy. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 276 ss.

Adamczewski K., Dobrzański A. 2012. Przyszłość herbologii w zmieniającym się rolnictwie. Progress in Plant Protection 52 (4): 867–878.

Adamiak E. 2013. Znaczenie płodozmianów w uprawie rzepaku. s. 20–27. W: „Integrowana ochrona roślin i bezpieczeństwo zdrowotne rzepaku. Teraz rzepak. Teraz olej". Tom VI. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa,188 ss.

Alavi N., Dalili A. 2014. Evaluation of resistance in rapeseed lines against Sclerotinia rot (*Sclerotinia sclerotiorum*). Journal of Oilseed Brassica 5 (1): 32–39.

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

Baranyk P. 1995. Effect of the seed calibration on some properties of the winter rapeseed plants. s. 235–255. In: Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, V.1, C-12. Cambrigde University, UK.

Barczak B. 2010. Siarka jako składnik pokarmowy kształtujący wielkość i jakość plonów wybranych roślin uprawnych. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy. Rozprawy i Monografie, 144, 130 ss.

Barłóg P., Potarzycki J. 2000. Plonotwórcza i ekonomiczna efektywność magnezu zastosowanego dolistnie w uprawie rzepaku ozimego. s. 151–156. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Barszczak T., Barszczak Z. 1995. Wpływ nawożenia azotowego, wilgotności i zakwaszenia gleby na plony oraz zawartość tłuszczu i białka w nasionach odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVI (1): 165–172.

Bartkowiak-Broda I. 1998. Odmiany mieszańcowe rzepaku – osiągnięcia i perspektywy. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX (2): 359–370.

Bartkowiak-Broda I., Wałkowski T., Popławska W., Ogrodowczyk M., Liersch A. 2008. Wpływ samosiewów i dzikich form rzepaku na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIX (2): 185–198.

Bendecka Z. 1996. Symptomy niedoboru makro- i mikroelementów. s. 105–108. W: „Rzepak – produkcja surowca olejarskiego". Akademia Rolniczo-Technicza, Olsztyn, 150 ss.

Bieniek J. 2011. Kombajnowy zbiór zbóż. Ekspertyza. Publikacja dostępna w serwisie www.agengpol.pl

Blake-Kalff M.M.A., Zhao F., McGrath S.P. 2003. Sulphur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. Fertilizers and Fertilization 3 (16): 6–25.

Blecharczyk A., Małecka I. 2000. Wpływ zmianowania, monokultury oraz nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie rzepaku jarego. s. 185–190. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku-aktualne problemy" (W. Grzebisz, red). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Bobek B., Morow K., Perzanowski K., Kosobucka M. 1992. Jeleń. Monografia Przyrodniczo-Łowiecka. [The Red Deer – monograph]. Wydawnictwo Świat, Warszawa, 200 ss.

Bobrzecka D., Salamonik S. 1997. Zależność między technologią nawożenia miedzią a plonem i zawartością tłuszczu w nasionach podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVII (1): 219–225.

Boczek J., Szlendak E. 1992. Wpływ stresów roślinnych na porażenie roślin przez szkodniki. Postępy Nauk Rolniczych 2: 3–17.

Boczek J., Lipa J.J. 1978. Biologiczne metody walki ze szkodnikami. PWN, Warszawa, 593 ss.

Bowerman P. 1982. Crop agronomy and harvesting techniques (of oil rape). Journal of the Science of Food and Agriculture 33 (12): 1256–1257.

Bowszys T. 1996. Reakcja rzepaku ozimego dwuzerowego na dolistne nawożenie borem. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 434: 71–75.

Brachaczek A., Kaczmarek J., Jędryczka M. 2012. Optymalizacja terminu zabiegów fungicydowych przeciw zgniliźnie twardzikowej. [Optimization of fungicide treatment dates against sclerotinia stem rot on oilseed rape]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (4): 983–987.

Broniarz J. 2014. Badania odmian rzepaku ozimego i ich dobór do uprawy. Wydawnictwo Agro Serwis, Warszawa, 23–33.

Brun H., Levivier S., Eber F., Renard M., Chèvre A.M. 1997. Electrophoretic analysis of natural population of *Leptosphaeria maculans* directly from leaf lesions. Plant Pathology 46: 147–154.

Brun H., Levivier S., Somda I., Ruer D., Renard M., Chèvre A.M. 2000. A field method for evaluating the potential durability of new resistance sources: Application to the *Leptosphaeria maculans – Brassica napus* pathosystem. Phytopathology 90 (9): 961–966.

Brun H., Plessis J., Renard M. 1987. Resistance of dome crucifers to *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. s. 1222–1227. In: Proceedings of the 7th International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, May 11–14, 1987.

Bubniewicz P. 1993. Wpływ suszy na zboża w Wielkopolsce. Ochrona Roślin 37 (7): 9–10.

Buczacki S.T., Toxopeus H., Mattusch P., Johnston T.D., Dixon G.R., Hobolth L.A. 1975. Study of physiological specialization in *Plasmodiophora brassicae*: proposals for attempted rationalization through an international approach. Transactions of the British Mycological Society 65 (2): 295–303.

Budzyński W. (red.). 2013. Integrowana ochrona i bezpieczeństwo zdrowotne rzepaku. Teraz rzepak. Teraz olej. Tom VI. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, 188 ss.

Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Agricultura 41 (B): 1–56.

Budzyński W. 1994. Rolnicza ocena wałów kruszących. s. 20–21. W: Materiały konferencyjne. Szczecin – Międzyzdroje, 5–6 września 1994, 44 ss.

Budzyński W. 2010. Kapusta rzepak. s. 15–107. W: „Rośliny oleiste – uprawa i zastosowanie". (W. Budzyński, T. Zając, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 300 ss.

Budzyński W., Bartkowiak-Broda I., Heimann S., Broniarz J., Korbas M., Mrówczyński M., Adamiak E. 2009. Od wyboru odmiany do ochrony w stadium rozety. s. 5–113. W: „Technologia produkcji surowca". Teraz rzepak. Teraz olej. Część I. Tom III. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, 116 ss.

Budzyński W., Jankowski K. 2000. Wpływ azotu na plonowanie rzepaku w warunkach zróżnicowanej ochrony przed szkodnikami. s. 99–120. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Budzyński W., Jankowski K., Rybacki R. 2005. Organizacyjne i siedliskowo-agrotechniczne uwarunkowania produkcji surowca olejarskiego w wybranych gospodarstwach wielkoobszarowych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVI (2): 387–406.

Budzyński W., Jankowski K., Szczebiot M. 2000. Wpływ uproszczenia uprawy roli i sposobu regulacji zachwaszczenia na plonowanie i koszt produkcji rzepaku ozimego. I. Zimotrwałość, zachwaszczenie i plonowanie rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI (2): 487–502.

Budzyński W., Ojczyk T. 1995. Influence of sulphur fertilization on seed yield and seed quality of double low oilseed rape. p. 284–286. In: Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, UK.

Budzyński W., Ojczyk T. 1996. Rzepak – produkcja surowca olejarskiego. ART, Olsztyn, 48 ss.

Budzyński W., Zając T. 2010. Rośliny oleiste, uprawa i zastosowanie. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 300 ss.

Burlacu (Arsene) M.C., Leonte C., Lipsa F., Simioniuc D.P., Lazarescu E. 2012. Identification of some cultivars of *Brassica napus* with resistance at *Verticillium longisporum*. Research Journal of Agricultural Science 44 (2): 14–18.

Caldeira A.T., Savluchinske Feio S., Arteiro J.M.S., Roseiro J.C. 2007. *Bacillus amyloliquefaciens* CCMI 1051 *in vitro* activity against wood contaminant fungi. Annals of Microbiology 57 (1): 29–33.

Cheema M.A., Malik M.A., Hussain A., Shah S.H., Basra S.M.A. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yield of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 186 (2): 103–110.

Chen Y., Zhou Q., Strelkov S.E., Hwang S.F. 2014. Genetic diversity and aggressiveness of *Fusarium* spp. isolated from canola in Alberta. Canada Plant Disease 98 (6): 727–738.

Choszcz D., Kaliniewicz Z., Konopka S., Lipiński A. 2006. Próba ograniczenia strat nasion rzepaku podczas zabiegów dedykacyjnych. Inżynieria Rolnicza 6 (66): 75–83.

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

Crisp P., Crute I.R., Sutherland R.A., Angell S.M., Bloor K., Burgess H., Gordon P.L. 1989. The exploitation of genetic resources of *Brassica oleracea* in breeding for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*). Euphytica 42 (3): 215–226.

Crute I.R., Gray P.C., Buczacki S.T. 1980. Variation in *Plasmodiophora brassicae* resistance to clubroot disease in brassicas and allied crops. Plant Breeding Abstracts 50: 91–104.

Czaczyk Z. 2012. Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych do ochrony upraw polowych. *Journal* of Research and Applications in Agricultural Engineering 57 (2): 31–40.

Czuba R. 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 471 (1): 161–170.

Daniel C.K., Lennox C.L., Vries F.A. 2015. *In vivo* application of garlic extracts in combination with clove oil to prevent postharvest decay caused by *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Neofabraea alba* on apples. Postharvest Biology and Technology 99: 88–92.

De Kok L.J., Castro A., Durenkamp M., Stuiver C.E.E., Westerman S., Yang L., Stulen I. 2003. Sulphur in plant physiology. Fertilizers Fertilization V, 2 (15): 55–80.

Delourme R., Chévre A.M., Brun H., Rouxel T., Balesdent M.H., Dias J.S., Salisbury P., Renard M., Rimmer S.R. 2006. Major gene and polygenic resistance to *Leptosphaeria maculans* in oilseed rape (*Brassica napus*). European Journal of Plant Pathology 114 (1): 41–52.

Delourme R., Pilet-Nayel M.L., Archipiano M., Horvais R., Tanguy X., Rouxel T., Brun H., Renard M., Balesdent M.H. 2004. A cluster of major specific resistance genes to *Leptosphaeria maculans* in *Brassica napus*. Phytopathology 94 (6): 578–583.

Dembińska H. 1970. Wpływ jesiennych i wiosennych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego. Roczniki Nauk Rolniczych 96, A, 4: 74–94.

Dembiński F. 1975. Rośliny oleiste. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 301 ss.

Dembiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 140 ss.

Derbyshire M.C., Denton-Giles M. 2016. The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): current practices and future opportunities. Plant Pathology 65 (6): 859–877.

Dębowski M., Kucharzewski A. 2000. Odczyn i zawartość mikroelementów w glebach Polski. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 471 (1): 627–636.

Diederichsen E., Frauen M., Linders E.G.A., Hatakeyama K., Hirai M. 2009. Status and perspectives of clubroot resistance breeding in crucifer crops. Journal of Plant Growth Regulation 28 (3): 265–281.

Diederichsen E., Sacristan M.D. 1996. Disease response of resynthesized *Brassica napus* L. lines carrying different combinations of resistence to *Plasmodiophora brassicae* Wor. Plant Breeding 115 (1): 5–10.

Ding Y., Mei J., Li Q., Liu Y., Wan H., Wang L., Becker H.C., Qian W. 2013. Improvement of *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in *Brassica napus* by using *B. oleracea*. Genetic Resources and Crop Evolution 60 (5): 1615–1619.

Dixon G.R. 2009. The occurrence and economic impact of *Plasmodiophora brassicae* and clubroot disease. Journal of Plant Growth Regulation 28 (3): 194–202.

Dominik A., Schönthaler J. 2012. Integrowana ochrona roślin w gospodarstwie. Poradnik praktyczny – zasady ogólne. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, 70 ss.

Doruchowski G., Hołownicki R. 2009. Przewodnik dobrej praktyki ochrony organizacji ochrony roślin. Kodeks dobrej praktyki organizacji roślin z komentarzem. Wyd. II uzupełnione i poprawione. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 40 ss.

Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A. 2011. Bezpieczne zagospodarowanie ciekłych pozostałości po zabiegach ochrony roślin w systemach biodegradacji i dehydratacji. Inżynieria Rolnicza 8 (133): 89–99.

Doullah M.A., Meah M.B., Okazaki K. 2006. Development of an effective screening method for partial resistance to *Alternaria brassicicola* (dark leaf spot) in *Brassica rapa*. European Journal of Plant Pathology 116 (1): 33–43.

Dreyer F., Graichens K., Jung C. 2001. A major quantitative trait locus for resistance to Turnip yellows virus (TuYV, syn. beet western yellows virus, BWYV) in rapeseed. Plant Breeding 120: 457–462.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz.Urz. UE L 309 z 24.11.2009).

Dziennik Urzędowy UE L 309 z 24.11.2009 r. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.

Dziennik Ustaw 2002 r., nr 99, poz. 896 ze zmianami Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych.

Dziennik Ustaw 2002, nr 101, poz. 927. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 czerwca 2002 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o izbach rolniczych.

Dziennik Ustaw 2013, poz. 474. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 26 marca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego.

Dziennik Ustaw 2013, poz. 672. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o swobodzie działalności gospodarczej.

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

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

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

Dziennik Ustaw 2016a, poz. 760. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wymagań dotyczących sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2016b, poz. 924. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 czerwca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie potwierdzania sprawności technicznej sprzętu przeznaczonego do stosowania środków ochrony roślin.

Dziennik Ustaw 2018, poz. 1310. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 czerwca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o środkach ochrony roślin.

Dzieżyc J. 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 416 ss.

Eynck C., Grunewaldt-Stöcker G., Koopmann B., von Tiedemann A. 2007. *Verticillium longisporum* – identifying resistance to a new threat in winter oilseed rape. p. 90–93. In: Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China 4.

Eynck C., Koopmann B., von Tiedemann A. 2009. Identification of *Brassica* accessions with enhanced resistance to *Verticillium longisporum* under controlled and field conditions. Journal of Plant Diseases and Protection 116 (2): 63–72.

Faber A. 1992. Bezpośrednie i następcze działanie nawożenia borem, miedzią, molibdenem i cynkiem w zmianowaniu czteropolowym. IUNG Puławy, H (2), 81 ss.

Fismes J., Vong P.C., Guckert A., Frossard E. 2000. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. Europen Journal of Agronomy 12 (2): 127–141.

Fitt B.D., Brun H., Barbetti M.J., Rimmer S.R. 2006. World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). European Journal of Plant Pathology 114 (1): 3–15.

Fotyma E. 2003. Wpływ nawożenia siarką na wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez rośliny uprawy polowej. Fertilizers Fertilization 4: 117–136.

Fotyma E., Boreczek B., Podleśna A. 2000. Nawożenie rzepaku ozimego azotem i siarką w świetle wyników doświadczeń ścisłych. s. 157–167. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Freney J. R., Williams C. H. 1983. The sulphur cycle in soil. s. 129–201. W: „The Global Biogeochemical Sulphur Cycle" (M.V. Ivanov, J.R. Freney, red.). John Wiley and Sons, Chichetser, 470 ss.

Gacek E.S., Behnke M. 2005. Stan realizacji programu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i wdrażania rekomendacji odmian do praktyki rolniczej. Hodowla Roślin i Nasiennictwo 2: 2–8.

Gaj R. 2000. Plonotwórcze działanie nawozów fosforowych w uprawie rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. ssp. *napus*). s. 83–98. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Gaj R., Klikocka H. 2011. Wielofunkcyjne działanie siarki w roślinie – od żywienia do ochrony. [Multifunctional sulphur effect in plants – from nutrition to protection]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 51 (1): 33–44.

Gaworski M. 2014a. Zbiór rzepaku. Rzepak – ABC uprawy. Hortpress: 64–70.

Gaworski M. 2014b. Czyszczenie, suszenie i magazynowanie nasion rzepaku. Rzepak – ABC uprawy. Hortpress: 64–70.

Gawrysiak-Witulska M., Rudzińska M., Ryniecki A. 2007. Wpływ metody suszenia oraz przechowywania na wybrane wyróżniki jakościowe nasion rzepaku. Inżynieria Rolnicza 5 (93): 153–159.

Godyń A., Doruchowski G. 2009. Mycie opryskiwaczy. Poradnik. Publikacja w ramach projektu LIFE05ENV/B/000510 pt: „Szkolenie operatorów opryskiwaczy w celu zapobiegania skażeniom miejscowym". Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 22 ss.

Gorlach E. 1991. Potencjalne i aktualne możliwości gleby do zaopatrzenia roślin w mikroelementy. s. 15–24. W: Materiały konferencyjne – VI Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie", Wrocław, 80 ss.

Graf H., Sokolowski F., Klewer A., Diederichsen E., Luerβen H., Siemens J. 2001. Electrophoretic karyotype of the obligate biotrophic parasite *Plasmodiophora brassicae*. Journal of Phytopatology 149 (6): 313–318.

Gravot A., Lemarié S., Richard G., Lime T., Lariagon C., Manzanares-Dauleux M.J. 2016. Flooding affects the development of *Plasmodiophora brassicae* in *Arabidopsis* roots during secondary phase of infection. Plant Pathology 65 (7): 1153–1160.

Grzebisz W. 1999. Dolistne odżywianie roślin mikroelementami. Agrochemia 6: 8–10.

Grzebisz W., Gaj R. 2000. Zbilansowane nawożenie rzepak ozimego. s. 83–98. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Grzebisz W., Härdter R. 2006. Kizeryt – naturalny siarczan magnezu w produkcji roślinnej. Verlagsgesselschaft für Ackerbau, K&S GmbH, Kassel, Niemcy, 124 ss.

Grzebisz W., Podleśna A., Wielebski F. 2005. Potrzeby pokarmowe i nawożenie. s. 74–89. W: „Technologia produkcji rzepaku" (Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 203 ss.

Grzebisz W., Przygocka-Cyna K. 2003. Aktualne problemy gospodarowania siarką w rolnictwie polskim. Fertilizers Fertilization 3 (17): 64–77.

Gustafsson M., Fält A.S. 1986. Genetic studies on resistance to clubroot in *Brassica napus*. Annals of Applied Biology 108 (2): 409–415.

Halkier B.A., Gershenzon J. 2006. Biology and biochemistry of glucosinolates. Annual Review of Plant Biology 57: 303–333.

Haneklaus S., Bloem E., Schnug E. 2000. Sulphur in agroecosystems. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 204 (81): 17–31.

Harris P.B. 1980. The effect of autumn and spring application of nitrogen on the yield of winter oilseed rape on chalk soil in Southern England. Experimental Husbandry 36: 20–26.

Hirai M., Harada T., Kubo N., Tsukada M., Suwabe K., Matsumoto S. 2004. A novel locus for clubroot resistance in *Brassica rapa* and its linkage markers. Theoretical and Applied Genetics 108 (4): 639–643.

Hirani A.H., Genyi L. 2015. Understanding the genetics of clubroot resistance for effectively controlling this disease in *Brassica* species. W: „Plants for the Future" (H. El-Shemy, red.). InTech, DOI: 10.5772/60936.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2012. Techniki ograniczające znoszenie dla upraw polowych i sadowniczych. s. 120–137. W: Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15 listopada 2012, 187 ss.

Hołubowicz-Kliza G., Mrówczyński M., Strażyński P. 2018. Szkodniki i organizmy pożyteczne w integrowanej ochronie roślin rolniczych. IUNG–PIB Puławy, IOR–PIB Poznań, 502 ss.

Horodyski A. 1962. Przebieg pobierania azotu przez rzepak ozimy w zależności od wysokości dawek nawozów azotowych i pory ich stosowania. Pamiętnik Puławski 8: 83–143.

Horodyski A., Krzywińska F. 1979. Wpływ nawożenia siarką na plon i jakość nasion rzepaku ozimego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 229: 101–109.

Horodyski A., Krzywińska F., Trzebny W. 1972. Wpływ nawożenia siarką na plon i jakość nasion rzepaku. Materiały robocze na sympozjum pt. „Siarka w przemyśle i rolnictwie". Baranów Sandomierski, 2: 16–22.

Howell C. R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. Plant Disease 87 (1): 4–10.

Hurej M., Twardowski J. 2006. Wpływ obsady roślin rzepaku na występowanie fitofagów. [Effect of oilseed rape plant density on herbivores]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (2): 374–377.

Idziak R., Woźnica Z. 2016. Wpływ adiuwantów na działanie herbicydów stosowanych doglebowo. W: Materiały konferencyjne „Rola odmiany i ochrony roślin w intensyfikacji produkcji roślinnej". Poznań – Dymaczewo Nowe, 11–13 maja 2016, 89 ss.

Ignatowicz S., Olszak R.W. 1998. Drapieżne chrząszcze w ochronie roślin. Nowoczesne Rolnictwo 5: 46–47.

Jajor E., Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Wójtowicz M. 2010. Wpływ ochrony fungicydowej i warunków metorologicznych na porażenie odmian rzepaku przez *Sclerotinia sclerotiorum*. [Influence of weather conditions and date of fungicidal protection on the occurrence of *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (3): 1334–1339.

Jajor E., Korbas M., Kozłowski J., Mrówczyński M., Pruszyński G., Wachowiak H., Walczak F., Węgorek P. 2008b. Poradnik sygnalizatora ochrony rzepaku (F. Walczak, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 153 ss.

Jajor E., Wójtowicz M., Pieczul K. 2008a. Wpływ warunków hydrotermicznych i terminu ochrony fungicydowej na występowanie grzybów z rodzaju *Alternaria* na rzepaku. [Influence of weather conditions and date of fungicidal control on occurrence of *Alternaria* spp. on oilseed rape]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 1048– 1054.

Jakubowska M., Podleśny A., Obst A., Bandyk A., Wielkopolan B. 2015. Znajomość zasad integrowanej ochrony roślin w świetle badań ankietowych producentów rolnych. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego 4: 111–124.

James R.V., Williams P.H., Maxwell D.P. 1978. Inheritance and linkage studies related to resistance in *Brassica campestris* L. to *Plasmodiophora brassicae* race 6. Eucarpia Cruciferae Newsletter 3: 27.

Jankowski K. 2007. Siedliskowe i agrotechniczno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji nasion rzepaku ozimego na cele spożywcze i energetyczne. Rozprawy i Monografie 131, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn, 174 ss.

Jankowski K., Budzyński W. 2007a. Reakcja różnych form hodowlanych rzepaku ozimego na termin i gęstość siewu. Część 1. Jesienny wzrost i rozwój oraz przezimowanie roślin. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVIII (1): 177–194.

Jankowski K., Budzyński W. 2007b. Reakcja różnych form hodowlanych rzepaku ozimego na termin i gęstość siewu. Część 2. Plon nasion i jego składowe. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVIII (1): 195–207.

Jankowski K., Budzyński W., Szempliński W. 1998. Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna ocena różnych sposobów wiosennego nawożenia azotem rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX (2): 113–125.

Jankowski K., Budzyński W., Szymanowski A. 2008. Poziom i termin nawożenia siarką a plonowanie rzepaku ozimego. [Influence of the rate and timing of sulphur fertilisation on winter oilseed rape yield]. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIX (1): 75–89.

Jankowski K.J., Rybacki R., Budzyński W. 2005. Nawożenie a plon nasion rzepaku ozimego w gospodarstwach wielkoobszarowych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVI (2): 437–450.

Janowicz L. 2012. Przechowywanie nasion rzepaku w silosach. Rzepak – nowe wyzwania. Biznes-Press Sp. z o.o., Warszawa: 65–68.

Janowicz L. 2014. Przygotowanie magazynów do przechowywania nasion rzepaku. Rzepak – integrowana produkcja. Biznes-Press Sp. z o.o., Warszawa: 72–76.

Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVIII (1): 187–198.

Jędryczka M. 2006. Epidemiologia i szkodliwość suchej zgnilizny kapustnych na rzepaku ozimym w Polsce. Rozprawy i Monografie. Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań, 150 ss.

Jędryczka M., Kasprzyk I., Korbas M., Jajor E., Kaczmarek J. 2014. Infestation of Polish agricultural soils by *Plasmodiophora brassicae* along the Polish-Ukrainian border. Journal of Plant Protection Research 54 (3): 238–241.

Jędryczka M., Podleśna A., Lewartowska E. 2002. Wpływ nawożenia azotem i siarką na zdrowotność roślin rzepaku ozimego. Pamiętnik Puławski 130 (1): 329–338.

Jędryczka M., Stachowiak A., Olechnowicz J., Karolewski Z., Podleśna A. 2009. Porównanie zestawu genów awirulencji i ras z kolekcji izolatów chorobotwórczych grzyba *Leptoshaeria maculans* w Polsce. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXX (2): 197–205.

Jubault M., Lariagon C., Taconnat L., Renou J.P., Gravot A., Delourme R., Manzanares-Dauleux M.J. 2013. Partial resistance to clubroot in *Arabidopsis* is based on changes in the host primary metabolism and targeted cell division and expansion capacity. Functional & Integrative Genomics 13 (2): 191–205.

Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 400 ss.

Kamei A., Tsuro M., Kubo N., Hayashi T., Wang N., Fujimura T., Hirai M. 2010. QTL mapping of clubroot resistance in radish (*Raphanus sativus* L.). Theoretical and Applied Genetics 120 (5): 1021–1027.

Kapooria R.G. 2007. An overview of biological control of fruit and vegetable diseases. s. 191–217. W: „Biological Control of Plant Diseases" (S.B. Chincholkar, K.G. Murkerje, red.). The Haworth Press, Inc., Binghampton, USA, 180 ss.

Kastankova J., Vasak J., Fabry A. 1984. Podil hlavnich agrotechickych faktoru na vynoseh repky. Uroda 32 (5): 232–233.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki aplikacji i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. s. 109–116. W: Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 12–13 października 2010, 106 ss.

Kierzek R., Głowacki G., Kaczmarek S. 2008. Mechaniczne zwalczanie chwastów w rzepaku ozimym. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 53 (3): 139–141.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2012. Rola techniki i precyzji zabiegów w integrowanych systemach ochrony roślin. s. 152–160. W: Materiały X Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15 listopada 2012, 88 ss.

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

Kolnik B., Zubal P. 1998. Vplyv termínu výsevu, dusíkatého hnojenia a výsevku na úrodu jarnej repky (*Brassica napus* L.). Rostlinna Vyroba 44 (4): 163–166.

Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E. 2008. Uproszczone systemy uprawy a występowanie sprawców chorób. [Simplified systems of soil management in relation to the occurrence of disease casual agents]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (4): 1431–1438.

Korbas M., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2015. Atlas chorób roślin rolniczych. Hortpress, Warszawa, 202 ss.

Korbas M., Jajor E., Budka A. 2009. Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) – a threat for oilseed rape. Journal of Plant Protection Research 49 (4): 446–451.

Korbas M., Jajor E., Danielewicz J., Wickiel G. 2011. Fungi of oilseed rape seeds – occurrence and importance. s. 141–154. W: „Advances in Research and Technology of Rapeseed Oil. Monograph", Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 218 ss.

Korbas M., Paradowski A., Węgorek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Danielewicz J., Czyczewski M., Dworzańska D. 2017. Vademecum środków ochrony roślin. Wydawnictwo Agronom, Poznań, 676 ss.

Korbas M., Paradowski A., Węgorek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Strażyński P., Szczepaniak W., Sobiech Ł., Kardasz P., Bereś P., Danielewicz J., Broniarz J., Czyczewski M., Dworzańska D. 2018. Vademecum ochrony i nawożenia rzepaku (M. Korbas, red.), Wydawnictwo Agronom, Poznań, 226 ss.

Kowalska J., Remlein-Starosta D. 2011. Badania nad możliwością niechemicznej ochrony rzepaku ozimego w Polsce. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 56 (3): 220–223.

Kozak M. 1999. Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na rozwój i plonowanie rzepaku. Cz. II. Następczy wpływ grochu i bobiku na rozwój i plonowanie rzepaku. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Rolnictwo, LXXIV: 27–43.

Krauze A., Bowszys T. 2000. Wpływ stosowania różnych technologii nawozów siarkowych na plonowanie i jakość rzepaku ozimego i jarego. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 204, Agricultura 81: 133–142.

Kryczyński S., Weber Z. 2010 (red.). Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 639 ss.

Kryczyński S., Weber Z. 2011 (red.). Fitopatologia. Tom 2. Choroby roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 464 ss.

Krzymański J. 1993. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce. Postępy Nauk Rolniczych 5: 6–14.

Ladek A., Wałkowski T. 2000. Wpływ gęstości nasion na wschody i plonowanie rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI (2): 409–418.

Larkan N., Isobel A.P., Parkin M., Hossein B. 2019. Genetic mapping and characterization of the novel blackleg resistance genes LepR5 and LepR6. IRC 2019 Book of Abstracts: 086. www.gcirc.org. [Dostęp: 20.05.2018]

Lange R.M. 2009. Marker-assisted breeding for Fusarium wilt resistance in canola. CARP Project Number 2005–10. Alberta Research Council and Agriculture, Vegreville, AB and Agri-Food Canada, Saskatoon, SK.

Lange R.M., Gossmann M., Büttner C. 2007. Yield loss in susceptible cultivars of spring rapeseed due to Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum*. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 72 (4): 723–734.

Laurens F., Thomas G. 1993. Inheritance of resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) in kale (*Brassica oleracea* ssp. *acephala*). Hereditas 119 (3): 253–262.

Leń S. 2015. Rzepakowe żniwa. Twój Doradca Rolniczy Rynek 6: 29–31.

Listowski A. (red.). 1983. Agroekologiczne podstawy uprawy roślin. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 318 ss.

Lityński T., Jurkowska J. 1982. Żyzność i odżywianie się roślin. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 642 ss.

Ludwig-Müller J. 2014. Auxin homeostasis, signaling, and interaction with other growth hormones during the clubroot disease of *Brassicaceae*. Plant Signaling & Behavior 9: e28593.

Malarz W. 2008. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na rozwój i cechy jakościowe plonu odmian rzepaku jarego. Zeszyty Naukowe UP we Wrocławiu 556, Ser. Rozprawy, CCLI: 7–84.

Malinowski H. 2003. Odporność owadów na insektycydy. Mechanizmy powstawania i możliwości przeciwdziałania. Wydawnictwo Wieś Jutra, 211 ss.

Malinowski R., Smith J.A., Fleming A.J., Scholes J.D., Rolfe S.A. 2012. Gall formation in clubroot-infected *Arabidopsis* results from an increase in existing meristematic activities of the host but is not essential for the completion of the pathogen life cycle. Plant Journal 71 (2): 226–238.

Manzanares-Dauleux M.J., Barret P., Thomas G. 2000a. Development of a pathotype specific SCAR marker in *Plasmodiophora brassicae*. European Journal of Plant Pathology 106 (8): 781–787.

Manzanares-Dauleux M.J., Divaret I., Baron F., Thomas G. 2000b. Evaluation of french *Brassica oleracea* landraces for resistance to *Plasmodiophora brassicae*. Euphytica 113 (3): 211–218.

Manzanares-Dauleux M.J., Divaret I., Baron F., Thomas G. 2001. Assesment of biological and molecular variability between and within field isolates of *Plasmodiophora brassicae*. Plant Pathology 50 (2): 165–73.

Matysiak K., Kaczmarek S., Kierzek R., Kardasz P. 2010. Effect of seaweeds extracts and humic and fulvic acids on the germination and early growth of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 55 (4): 28–32.

Matysiak K., Strażyński P. 2018. Fazy wzrostu i rozwoju wybranych gatunków roślin uprawnych i chwastów według skali BBCH. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 184 ss.

Mączyńska A., Głazek M., Krzyzińska B., Banachowska J. 2001. Porażenie przez grzyby chorobotwórcze roślin rzepaku ozimego w latach 1999 i 2000. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXII (2): 127–138.

Mączyńska A., Krzyzińska B., Głazek M. 2012. Wpływ przedplonu na zdrowotność rzepaku ozimego i efektywność ochrony fungicydowej jako elementu integrowanej ochrony. s. 272. W: „Streszczenia 52. Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – PIB". Poznań, 432 ss.

Mei J., Qian L., Disi J.O., Yang X., Li Q., Li J., Frauen M., Cai D., Qian W. 2011. Identification of resistant sources against *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica* species with emphasis on *B. oleracea.* Euphytica 177 (3): 393–399.

Mengel K. 1991. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. G. Fischer Verlag, Jena, Germany, 466 ss.

Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX (1): 219–230.

Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., Garcia-Viguera C. 2006. Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 41 (5): 1508–1522.

Motowicka-Terelak T., Terelak H. 1998. Siarka w glebach Polski – stan i zagrożenia. PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 108 ss.

Mrówczyński M. (red.). 2013. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Podstawy integrowanej ochrony. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 153 ss.

Mrówczyński M. 2003. Studium nad doskonaleniem ochrony rzepaku ozimego przed szkodnikami. Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin 10: 1–61.

Mrówczyński M., Korbas M., Praczyk T., Gwiazdowski R., Jajor E., Pruszyński G., Wachowiak H. 2008. Ochrona roślin w integrowanej produkcji rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIX (1): 54–62.

Mrówczyński M., Pruszyński S. (red.). 2006. Integrowana produkcja rzepaku. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 84 ss.

Mrówczyński M., Pruszyński S. (red.). 2008. Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 106 ss.

Mrówczyński M., Czubiński T., Klejdysz T., Kubasik W., Pruszyński G., Strażyński P., Wachowiak H. 2017. Atlas szkodników roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze, 368 ss.

Mrówczyński M., Korbas M., Wachowiak H., Paradowski A. 2000. Osiągnięcia i perspektywy w ochronie rzepaku przed agrofagami. [Tendences in the control of oilseed rape pests diseases and weeds]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 40 (1): 285–291.

Mrówczyński M., Korbas M., Szczepaniak W., Sobiech Ł., Jajor E., Strażyński P., Horoszkiewicz-Janka J., Szychowiak P., Danielewicz J., Grzanka M., Antkowiak D. 2018. Rzepak. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Agro Wydawnictwo Sp. z o.o., Suchy Las, 144 ss.

Mrówczyński M., Widerski K., Przyłęcka E., Paradowski A., Pałosz T., Wałkowski T., Heimann S. 1993. Ochrona roślin w integrowanych systemach produkcji rolniczej – rzepak ozimy. Instrukcja upowszechnieniowa. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 106 ss.

Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy naukowe 191, 154 ss.

Muśnicki Cz. 1999. Rośliny oleiste. Rzepak ozimy. s. 412–434. W: „Szczegółowa uprawa roślin. Tom 2" (Z. Jasińska, A. Kotecki, red.). Akademia Rolnicza, Wrocław, 1199 ss.

Muśnicki Cz. 2003. Rośliny oleiste. s. 365–493. W: „Szczegółowa uprawa roślin. Tom 2" (Z. Jasińska, A. Kotecki, red.). Akademia Rolnicza, Wrocław, 1199 ss.

Muśnicki Cz. 2005. Wymagania klimatyczne i glebowe oraz dobór stanowiska. s. 68–63. W: „Technologia produkcji rzepaku" (Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 203 ss.

Muśnicki Cz. 2008. Wymagania klimatyczne i glebowe oraz dobór stanowiska pod rzepak. s. 7–9. W: „Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego" (M. Mrówczyński, S. Pruszyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 106 ss.

Muśnicki Cz. 2016. Fazy rozwojowe rzepaku. s. 229–238. W: „Metodyka integrowanej ochrony i produkcji rzepaku dla doradców" (E. Jajor, M. Mrówczyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 264 ss.

Muśnicki Cz., Bartkowiak-Broda I., Mrówczyński M. (red.). 2005. Technologia produkcji rzepaku. Wieś Jutra, Warszawa, 203 ss.

Muśnicki Cz., Budzyński W. 2005. Uprawa roli i siew rzepaku. s. 90–96. W: „Technologia produkcji rzepaku" (Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 203 ss.

Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1993. Wpływ różnych sposobów uprawy roli i pielęgnowania zasiewów na ilość i jakość plonów rzepaku ozimego. Postępy Nauk Rolniczych 6: 7–14.

Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1995. Plonowanie i wartość użytkowa nasion rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) zebranych w warunkach uproszczonej uprawy roli. Prace Komisji Nauk Rolniczych, PTPN, 79: 81–89.

Nashaat N.I., Heran A., Mitchell S.E., Awasthi R.P. 1997. New genes for resistance to downy mildew (*Peronospora parasitica*) in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). Plant Pathology 46 (6): 964–968.

Nashaat N.I., Rawlinson C.J. 1994. The response of oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) accessions with different glucosinolate and erucic acid contents to four isolates of *Peronospora parasitica* (downy mildew) and the identification of new sources of resistance. Plant Pathology 43 (2): 278–285.

Niemann J., Kaczmarek J., Książczyk T., Wojciechowski A., Jędryczka M. 2016. Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) – a valuable source of resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*). European Journal of Plant Pathology 147 (1): 181–198.

Nietupski M., Nijak K., Kosewska A. 2015. Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) na polach z konwencjonalną i ekologiczną uprawą łubinu. s. 197–198. W: Streszczenia 55. Sesji Naukowej IOR – PIB, Poznań, 12–13 lutego 2015 r.

Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G. 1980a. Efektywność uprawy gleby ciężkiej maszynami aktywnymi i techniką tradycyjną. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 227: 149–155.

Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G. 1980b. Możliwość uproszczenia przedsiewnej uprawy roli za pomocą maszyn aktywnych. Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 227: 157–163.

Nowicki M., Nowakowska M., Niezgoda A., Kozik E. 2012. Alternaria black spot of crucifers: symptoms, importance of disease, and perspectives of resistance breeding. Vegetable Crops Research Bulletin 76 (1): 5–19.

Obojski J., Strączyński S. 1995. Odczyn i zasobność gleb Polski w makro- i mikroelementy. Materiały IUNG, Puławy, 48 ss.

Ogrodowczyk M., Bartkowiak-Broda I. 2013. Ocena postępu biologicznego w hodowli rzepaku (*Brassica napus* L.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXIV (2): 289–301.

Ojczyk T., Jankowski K. 1996. Głębokość orki a zimowanie i plonowanie rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVII (1): 249–255.

Olejarski P. 2015. Bezpieczne magazynowanie nasion rzepaku. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, 16 ss.

Oleszek W. 1995. Glukozynolany – występowanie i znaczenie ekologiczne. Wiadomości Botaniczne 39 (1/2): 49–58.

Orlovius K. 2000. Wyniki badań nad wpływem nawożenia potasem, magnezem i siarką na rośliny oleiste w Niemczech. s. 229–239. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy". (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Orzechowski J., Tomaszewski K. 1993. Mechanizacja zbioru i suszenia nasion roślin niezbożowych. Akademia Rolnicza, Lublin, 136 ss.

Ostry V. 2008. *Alternaria* mycotoxins: an overview of chemical characterization, producers, toxicity, analysis and occurrence in food. World Mycotoxin Journal l (2): 175–188.

Pałosz T. 1988. Ekonomiczne, ekologiczne i agrotechniczne elementy doskonalenia programów zwalczania szkodników rzepaku ozimego. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 79 ss.

Pałosz T., Sieńkowski A., Grala B. 1991. Niektóre relacje statystyczne w układzie: Agrotechnika – stan fitosanitarny – plonowanie rzepaku ozimego. Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin 32 (1–2): 143–177.

Paradowski A. 2013. Atlas chwastów. Wydanie II. Plantpress, Warszawa, 232 ss.

Paradowski A. 2015a. Atlas chwastów roślin rolniczych, sadowniczych i warzywnych. Hortpress, Kraków, 208 ss.

Paradowski A. 2015b. Herbologia w tabelach. Grupa Osadkowski, Lublin, 499 ss.

Paradowski A. 2016. Ostatni zabieg w rzepaku: desykacja łanu przed zbiorem. AgroNews Gazeta Interaktywna 23: 4–9.

Paradowski A., Mrówczyński M., Widerski K., Wachowiak H., Krasiński T. 1996. Stan ochrony rzepaku ozimego przed zachwaszczeniem w badaniach ankietowych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVII (2): 337–340.

Piao Z., Ramchiary N., Lim Y.P. 2009. Genetics of clubroot resistance in *Brassica* species. Journal of Plant Growth Regulation 28 (3): 252–264.

Piao Z.Y., Deng Y.Q., Choi S.R., Park Y.J., Lim Y.P. 2004. SCAR and CAPS mapping CRb, a gene conferring resistance to *Plasmodiophora brassicae* in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*). Theoretical and Applied Genetics 108 (8): 1458–1465.

Pieczka B. 1969. O stosowaniu nawozów azotowych pod rzepak ozimy po kłosowych i po strączkowych w przedplonie. Roczniki Nauk Rolniczych 96, A, 1: 137–150.

Piekarczyk K., Woźny J. 1986. Progi ekonomicznej szkodliwości chorób i szkodników roślin uprawnych. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 37 ss.

Pięta D., Pastucha A., Patkowska E. 2007. A possibility of using grapefruit extract, chitosan and *Pythium oligandrum* to protect soybean (*Glycine max* (l.) Merrill) from pathogens. Polish Chitin Society, Monograph XII: 197–203.

Pięta D., Patkowska E., Pastucha A., Belkot M. 2002. Wpływ mikroorganizmów antagonistycznych na ograniczanie porażenia soi przez grzyby chorobotwórcze przeżywające w glebie. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus 1 (1): 23–30.

Pilet M.L., Duplan G., Archipiano M., Barret P., Baron C., Horvais R., Tanguy X., Lucas M.O., Renard M., Delourme R. 2001. Stability of QTL for field resistance to blackleg across two genetic background in oilseed rape. Crop Science 41 (1): 197–205.

Pinochet X., Mestries E., Penaud A., Delourme R., Chévre A.M., Renard M., Brun H., Bousset L., Balesdent M.H., Rouxel T., Aubertot J.N. 2003. Towards a durable management of genetic resistences to *Leptosphaeria maculans*. OCL – Oilseed and Fats, Crops and Lipids 10 (3): 208–211.

Podleśna A. 2003. Wstępna ocena potrzeb nawożenia siarką rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIV (2): 641–649.

Podleśna A. 2005. Nawożenie siarką jako czynnik kształtujący metabolizm roślin uprawnych i płodów rolnych. Pamiętnik Puławski 139: 161–174.

Popławska W., Bartkowiak-Broda I. 2004. Badanie przyczyn pogarszania jakości surowca olejarskiego pozyskiwanego a nasion rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXV (2): 493–504.

Praczyk T. 2008. Ochrona rzepaku przed chwastami. s. 42–55. W: „Integrowana produkcja rzepaku ozimego i jarego" (M. Mrówczyński, S. Pruszyński, red.). Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 105 ss.

Pruszyński G. 2008. Zagrożenie zapylaczy w zabiegach ochrony roślin. [Influence of chemical plant protection treatments on pollinators]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 48 (3): 798–803.

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana ochrona roślin w zarysie. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział Poznań, 56 ss.

Pruszyński S., Wolny S. 2009. Przewodnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 90 ss.

Przybył J., Sęk T. 2010. Zbiór zbóż i roślin podobnych technologicznie. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 251 ss.

Rey P., Floch G., Benhamou N., Salerno M.I., Thuillier E., Tirilly Y. 2005. Interactions between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and two types of sclerotia of plant-pathogenic fungi. Mycological Research 109 (7): 779–788.

Řičařová V., Kaczmarek J., Strelkov S., Kazda J., Lueders W., Rysanek P., Manolii V., Jedryczka M. 2016. Pathotypes of *Plasmodiophora brassicae* causing damage to oilseed rape in the Czech Republic and Poland. European Journal of Plant Pathology 145 (3): 559–572.

Rice R. 2007. The physiological role of minerals in the plant. s. 9–30. W: „Mineral Nutrition and Plant Disease" (L.E. Datnoff, W.E. Elmer, D.M. Huber, red.). APS Press – The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 278 ss.

Rimmer S.R., Shattuck V. I., Buchwaldt L. 2007. Compendium of *Brassica* diseases. APS Press – The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 117 ss.

Rolfe S.A., Strelkov S.E., Links M.G., Clarke W.E., Robinson S.J., Djavaheri M., Malinowski R., Haddadi P., Kagale S., Parkin I.A., Taheri A., Borhan M.H. 2016. The compact genome of the plant pathogen *Plasmodiophora brassicae* is adapted to intracellular interactions with host *Brassica* ssp. BMC Genomics 17: 272.

Rouxel T., Penaud A., Pinochet X., Brun H., Gout L., Delourme R., Schmidt J., Balesdent M.H. 2003. A 10-year survey of populations of *Leptosphaeria maculans* in France indicates a rapid adaptation towards the *Rlm1* resistence gene of oilseed rape. European Journal of Plant Pathology 109 (8): 871–881.

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

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2013 r. w sprawie sposobu postępowania przy stosowaniu i przechowywania środków ochrony roślin (Dz.U. poz. 625).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 grudnia 2010 r. w sprawie integrowanej produkcji (Dz.U. Nr 256, poz. 1722).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie rozwiązań technicznych, jakie powinny być zastosowane podczas wykonywania zabiegów z zastosowaniem środków ochrony roślin przy użyciu sprzętu agrolotniczego (Dz.U. poz. 04).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz.U. poz. 505).

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. poz. 625).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 marca 2013 r. w sprawie wymagań technicznych dla opryskiwaczy (Dz.U. poz. 415).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 marca 2013 r. w sprawie badania sprawności technicznej opryskiwaczy (Dz.U. poz. 416).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 kwietnia 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie integrowanej produkcji (Dz.U. poz. 452).

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 maja 2013 r. w sprawie szkoleń w zakresie środków ochrony roślin (Dz.U. poz. 554).

Rudko T. 1999. Badania mechanizmu otwierania łuszczyn rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XX (1): 271–274.

Rudko T. 2011. Uprawa rzepaku ozimego. Poradnik dla producentów. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie, 79 ss.

Rygulla W., Snowdon R., Eynck C., von Tiedemann A., Friedt W. 2007. Development of resynthesized oilseed rape (*Brassica napus*) with improved resistance against *Verticillium longisporum*. p. 109–111. In: Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China, March 26–30, 2007.

Ryniecki A., Szymański P. 1999. Dobrze przechowane zboże. Poradnik. MR INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych, Poznań, 101 ss.

Sakamoto K., Saito A., Hayashida N., Taguchi G., Matsumoto E. 2008. Mapping of isolate – specific QTLs for clubroot resistance in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). Theoretical and Applied Genetics 117 (5): 759–767.

Sattar A., Cheema M.A., Wahid M.A., Saleem M.F., Hassan M. 2011. Interactive effect of sulphur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. Crop & Environment 2 (1): 32–37.

Savenkov V.P. 1993. Fertilizer application for spring rape. Agrochimija 5: 39–44.

Schnug E. 1989. Double low oilseed rape in Germany: sulphur nutrition and glucosinolate levels. Aspects of Applied Biology 23: 67–82.

Schnug E., Bloem E., Haneklaus S. 1995. Significance of soil water dynamics for the sulphur balance of oilseed rape. p. 287–289. In: Proceedings of the 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, UK.

Schnug E., Haneklaus S. 1994. The ecological importance of sulphur. Norwegian Journal of Agricultural Sciences. Supplement 15: 149–156.

Schuller A., Kehr J., Müller J. 2014. Laser microdissection coupled to transcriptional profiling of Arabidopsis roots inoculated by *Plasmodopphora brassicae* indicates a role for brassinosteroids in clubroot formation. Plant Cell Physiology 55 (2): 392–411.

Schwelm A., Fogelquist J., Knaust A.I., Jülke S., Lilja T., Bonilla-Rosso G., Karlsson M., Shevchenko A., Dhandapani V., Choi S.R., Kim H.G., Park J.Y., Lim Y.P., Ludwig-Müller J., Dixelius C. 2015. The *Plasmodiophora brassicae* genome reveals insights in its life and ancestry of chitin synthases. Scientific Reports 5: 11153.

Shao X., Cheng S., Wang H., Yu D., Mungai C. 2013. The possible mechanism of antifungal action of tea tree oil on *Botrytis cinerea*. Journal of Applied Microbiology 114 (6): 1642–1649.

Sharma N., Rahman M.H., Strelkov S., Thiagarajah M., Bansal V.K., Kav N.N.V. 2007. Proteome-level changes in two *Brassica napus* lines exhibiting differential responses to the fungal pathogen *Alternaria brassicae*. Plant Science 172 (1): 95–110.

Šidlauskas G., Bernotas S. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy Research 1 (2): 229–243.

Sienkiewicz-Cholewa U., Gembarzewski H. 1997. Badania nad potrzebami nawożenia mikroelementami podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy 81, 38 ss.

Sienkiewicz-Cholewa U., Gembarzewski H. 2000. Wpływ nawożenia rzepaku ozimego borem i molibdenem na plony. s. 175–180. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Sienkiewicz-Cholewa U., Stanisławska-Glubiak E. 2007. Rola mikroelementów w kształtowaniu wielkości i jakości plonu rzepaku ozimego. Studia i Raporty Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego, Puławy, 8: 111–125.

Sobiczewski P. 2009. Bakterie wykorzystywane w produkcji roślinnej. W: „Biotechnologia roślin". Wyd. 2. (S. Malepszy, red.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 648 ss.

Songin W. 1979. Wpływ przedplonów na wielkość i zmienność plonów rzepaku w województwie szczecińskim. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 229: 15–91.

Starzycki M., Starzycka E., Pszczoła J., Solecka D. 2007. Evaluation of chosen winter rapeseed genotypes resistance to *Fusarium* spp. using *in vitro* methods. p. 165–166. In: „Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production". Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China, March 26–30, 2007.

Strażyński P., Mrówczyński M. 2018. Integrowana ochrona przed szkodnikami. s. 77–92. W: „Rzepak – integrowana produkcja". Agroserwis, Warszawa, 118 ss.

Strelkov S.E., Manolii V.P., Cao T., Xue S., Hwang S.F. 2007. Pathotype classification of *Plasmodiophora brassicae* and its occurrence in *Brassica napus* in Alberta, Canada. Journal of Phytopathology 155 (11–12): 706–712.

Suwabe K., Tsukazaki H., Iketani H., Hatakeyama K., Fujimura M., Nunome T., Fukuoka H., Matsumoto S., Hirai M. 2003. Identification of two loci for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) in *Brassica rapa* L. Theoretical and Applied Genetics 107 (9): 997–1002.

Szopka K., Karczewska A., Kabała C., Kulczyk K. 2011. Siarka siarczanowa w glebach górnoreglowych borów świerkowych Karkonowskiego Parku Narodowego. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 50: 61–70.

Szot B., Grochowicz M., Tys J., Szpryngiel M. 1991. Technologia zbioru rzepaku. Instrukcja wdrożeniowa. Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, Lublin, 45 ss.

Szot B., Szpryngiel M., Grochowicz M., Tys J., Rudko T., Stępniewski A., Żak W. 1996. Optymalna technologia pozyskiwania nasion rzepaku. Instrukcja wdrożeniowa. Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, Lublin, 40 ss.

Szukalski H. 1979. Mikroelementy w produkcji roślinnej. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 320 ss.

Szukalski H., Sikora H., Szukalska-Gołąb W. 1987. Die Ansprüche von Winterraps auf Makro- und Mikroelemente. p. 676–681. In: Proceedings of the 7th International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, May 11–14, 1987, 340 pp.

Szulc P., Piotrowski R., Drozdowska L., Skinder Z. 2000. Wpływ nawożenia siarką na plon i akumulację związków siarki w nasionach rzepaku jarego odmiany Star. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 204 (81): 157–162.

Szymanowski A. 2005. Reakcja wybranych genotypów rzepaku ozimego na nawożenie azotem i siarką. Praca doktorska Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn, 145 ss.

Szymczyk R. 2006. Odmianoznawstwo i ocena odmian. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 248 ss.

Szyszko J. 2002. Możliwości wykorzystania biegaczowatych (Carabidae, Col.) do oceny zaawansowania procesów sukcesyjnych w środowisku leśnym – aspekty gospodarcze. Sylwan 12: 45–57.

Śmierzchalski L., Radecki A., Droese H. 1979. Wpływ ograniczenia uprawy roli na plonowanie roślin w zmianowaniu zbożowym. Roczniki Nauk Rolniczych A, 104 (2): 75–93.

Toboła P., Muśnicki Cz. 2000. Efektywność nawożenia rzepaku jarego azotem. s. 191–196. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Tomalak M., Sosnowska D. (red.). 2008. Organizmy pożyteczne w środowisku rolniczym. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 95 ss.

Toxopeus H., Dixon G.R., Mattusch P. 1986. Physiological specialisation in *Plasmodiophora brassicae*, an analysis by international experimentation. Transactions of the British Mycological Society 87 (2): 279–287.

Toxopeus H., Janssen A.M.P. 1975. Clubroot resistance in turnip II. The slurry screening method and clubroot races in Netherlands. Euphytica 24 (3): 751–755.

Tys J. 2003. Jak zwiększyć opłacalność produkcji rzepaku? Eksploatacja i niezawodność 3: 32–42.

Tys J., Kachel M., Rybacki R. 2006. Jakość surowca ocenianego na podstawie stopnia uszkodzeń nasion rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVII (2): 323–333.

Tys J., Rusinek R., Olejarski P., Korbas M., Jajor E., Gładkowski K. 2011. Teraz rzepak. Teraz olej. Tom V. Suszenie i przechowywanie nasion rzepaku. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, 104 ss.

U.N. 1935. Genom analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Japanese Journal of Botany 7: 389–452.

Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin. Dz.U. z 2008 r. Nr 133 poz. 849 (tekst jednolity).

Ustawa z dnia 2 lipca 2004 r. o swobodzie działalności gospodarczej. Dz.U. z 2013 r. poz. 672.

Ustawa z dnia 22 października 2004 roku o jednostkach doradztwa rolniczego z 2013 r. Dz.U. poz. 474 (tekst jednolity).

Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin. Dz.U. poz. 455, opublikowana 12 kwietnia 2013 r.

Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin. Dz.U. poz. 455, opublikowana 12 kwietnia 2013 r.

Vasak J., Zukolova H., Fabry A., Kastankova J. 1985. Zdroje tret a rezerwy pri pestovani ozime repky (*Brassica napus* L. var. *napus* f *biennia*). Rostlinna Vyroba 31 (7): 721–731.

Voorrips R.E. 1995. *Plasmodiophora brassicae*: Aspects of pathogenesis and resistance in *Brassica oleracea*. Euphytica 83 (2): 139–146.

Voorrips R.E., Visser D.L. 1993. Examination of resistance to clubroot in accessions of *Brassica oleracea* using a glasshouse seedling test. Netherlands Journal of Plant Pathology 99 (5): 269–276.

Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. s. 117–124. W: Materiały IX Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". Poznań, 14–15 października 2010, 106 ss.

Wagner A., Hetman B., Kopacki M., Jamiołkowska A., Krawiec P., Lipa T. 2013. Laboratory effect of boni protect containing *Aureobasidium pullulans* (de Bary) arnoud in the control of some fungal diseases of apple fruit. Acta Agrobotanica 66 (1): 77–88.

Wałkowski T. 1997. Rzepak jary. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, 40 ss.

Wałkowski T. 2001. Wpływ terminu i gęstości wysiewu na plony rzepaku jarego odmiany populacyjnej Star i mieszańca złożonego Margo. [Influence of sowing date and sowing rate on the yields of spring rapeseed varieties: open pollinated variety Star and composite hybrid Margo]. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXII (2): 409–422.

Wałkowski T. 2002. Rzepak jary. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Poznań, 67 ss.

Wałkowski T. 2006. Rzepak jary. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB Poznań, 75 ss.

Wałkowski T. 2012. Znaczenie kwalifikowanego materiału siewnego w technologii produkcji rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXIII (2): 235–244.

Wałkowski T. 2014. The influence of the perception of agrotechnical time periods of winter oilseed rape on the general state of plan wintering and seed yields in four „thermal" areas of cultivation. p. 60–67. In: Proceedings of the 19th Cold Hardiness Seminar in Poland, August 17–20, 2014, Poznań, 88 pp.

Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymański J., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A. 2006. Rzepak ozimy – proekologiczna technologia uprawy. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Poznań, 164 ss.

Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymański J., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A. 2007. Rzepak ozimy 2007/2008. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Poznań, 161 ss.

Wałkowski T., Dembiński M. 1991. Ocena wartości przedplonów rzepaku ozimego na podstawie wyników z plantacji produkcyjnych. Zeszyty Problemowe Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Rośliny Oleiste 1: 199–202.

Wałkowski T., Korbas M. 2000. Odmiany rzepaku ozimego i ochrona przed chorobami grzybowymi. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Poznań: 3–23.

Wałkowski T., Krzymański J., Bartkowiak-Broda I., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A., Ochodzki P. 2000. Rzepak ozimy (2000–2001). Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Poznań, 131 ss.

Wałkowski T., Ladek A. 1999. Wpływ dwóch sposobów zbioru rzepaku ozimego na plony nasion i ich jakość na podstawie analizy danych produkcyjnych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XX (2): 471–485.

Wałkowski T., Lewandowska A. 1996. Wpływ ilości wysiewu nasion na przezimowanie i plonowanie rzepaku ozimego w warunkach produkcyjnych z lat 1984–1986 i 1992–1995. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVII (1): 241–248.

Wałkowski T., Lewandowska A., Wójtowicz M. 1996. Wpływ terminu siewu na przezimowanie i plonowanie rzepaku ozimego na podstawie badań ankietowych plantacji produkcyjnych z lat 1984–1886 i 1992–1995. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVII (1): 235–239.

Weber Z. 2002. Skuteczność biopreparatu Contans WG (*Coniothyrium minitans* Campb.) w ochronie rzepaku ozimego przed *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIII (1): 151–156.

Weber Z., Karolewski Z. 1997. Porażone fragmenty roślin rzepaku ozimego z poprzedniego sezonu wegetacyjnego jako źródło suchej zgnilizny kapustnych (*Leptosphaeria maculans* Desm. Ces et de Not.). Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVII (2): 321–324.

West J.S., Kharbanda P.D., Barbetti M.J., Fitt B.D. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe. Plant Pathology 50 (1): 10–27.

Węgorek P. 2009. Badania nad odpornością chrząszczy słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.) na insektycydy. Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin – PIB 20, 123 ss.

Węgorek P. 2011. Damage caused by game animals and other mammal or bird species in agricultural crops and woodlands – ethological aspect, prevention possibilities. Institute of Plant Protection – NRI, Poznań, 72 ss.

Węgorek P., Korbas M., Jajor E., Zamojska J., Bandyk A., Danielewicz J. 2014. Influence of *Capreolus capreolus* L. and *Cervus elaphus* L. feeding simulation on disease incidence rate and winter rape yielding. Fresenius Environmental Bulletin 23 (7a): 1610–1617.

Węgorek P., Korbas M., Zamojska J., Bandyk A. 2011. Wpływ wielkości i rodzaju uszkodzeń rzepaku ozimego przez zwierzęta łowne na plonowanie roślin. [Influence of the extent and type of winter rape damage caused by game animals on plant yielding.]. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin 51 (1): 227–231.

Węgorek P., Mrówczyński M., Zamojska J. 2009. Strategia zapobiegania odporności słodyszka rzepakowego w Polsce. Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań, 8 ss.

Węgorek P., Zamojska J., Mrówczyński M. 2011. High resistance to pyrethroid insecticides in Polish pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) – the role of oxidative metabolism. Phytoparasitica 39 (1): 43–49.

Whipps J., Gerlagh M. 1992. Biology of *Coniothyrium minitans* and its potential for use in disease control. Mycological Research 96 (11): 897–907.

Wielebski F. 1997. Wpływ wzrastających dawek siarki na skład glukozynolanów zawartych w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVIII (1): 179–186.

Wielebski F. 2000. Aktualne problemy nawożenia rzepaku w Polsce. s. 261–276. W: „Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy" (W. Grzebisz, red.). Akademia Rolnicza, Poznań, 306 ss.

Wielebski F. 2006. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. Część I. Wpływ na plon i elementy struktury plonu nasion. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXVII (2): 265–282.

Wielebski F. 2011. Wpływ nawożenia siarką w warunkach stosowania zróżnicowanych dawek azotu na skład chemiczny nasion różnych typów odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXII (1): 79–95.

Wielebski F. 2012. Reakcja rzepaku ozimego na nawożenie siarką w zależności od poziomu zaopatrzenia roślin w azot. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXIII (2): 245–272.

Wielebski F. 2015. Rola siarki w kształtowaniu ilości i jakości plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXVI (1): 39–59.

Wielebski F., Muśnicki Cz. 1998. Wpływ wzrastających dawek siarki i sposobu jej aplikacji na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego w warunkach doświadczeń polowych. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCCIII: 149–167.

Wielebski F., Wójtowicz M. 1993. Wpływ wzrastających dawek siarki na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach dwóch odmian podwójnie ulepszonego. Postępy Nauk Rolniczych 6: 63–67.

Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Reakcja odmian rzepaku ozimego na wzrastające dawki azotu na glebach żytnich w Zielęcinie. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX (2): 507–514.

Wielebski F., Wójtowicz M. 2003. Wpływ wiosennego nawożenia siarką na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach odmian mieszańcowych złożonych rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIV (1): 109–119.

Wielebski F., Wójtowicz M., Horodyski A. 2002. Agrotechnika rzepaku ozimego w badaniach Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXIII (1): 31–52.

Wojnowska T., Panak H., Sienkiewicz S. 1995. Reakcja rzepaku ozimego na wzrastający poziom nawożenia azotem w warunkach czarnych gleb kętrzyńskich. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVI (1): 173–181.

Wolko J. 2012. Możliwości poszerzania zmienności genetycznej u *Brassica napus* L. [Possibilities of genetic diversity broadening in *Brassica napus* L.]. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXXIII (2): 157–174.

Wójtowicz M. 2013. Rola czynników środowiskowych i agrotechnicznych w kształtowaniu wielkości i jakości plonu rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). Monografie i rozprawy naukowe 45/2013. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Radzików, 111 ss.

Wójtowicz A., Krasiński T., Czaczyk Z. 2012. Zastosowanie Internetu do wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans.* Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 01: 18–21.

Wójtowicz M., Wielebski F. 1995. Wpływ wiosennego nawożenia azotem przy różnym uwilgotnieniu gleby na plon, elementy plonotwórcze i zawartość glukozynolanów w nasionach trzech odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVI (1): 157–164.

Wójtowicz M., Wielebski F. 1998. Możliwość uprawy rzepaku jarego po wymarzniętej plantacji rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX (2): 529–536.

Wu J., Zhao Q., Liu S., Shahid M., Lan L., Cai G., Zhang C., Fan C., Wang Y., Zhou Y. 2016a. Genome-wide association study identifies new loci for resistance to Sclerotinia stem rot in *Brassica napus*. Frontiers in Plant Science 7: 1418.

Wu J., Zhao Q., Yang Q., Liu H., Li Q., Yi X., Cheng Y., Guo L., Fan C., Zhou Y. 2016b. Comparative transcriptomic analysis uncovers the complex genetic network for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus*. Scientific Reports 6: 19007.

Xiaoping F., Lingyi Z., Xiuzhen W., Li X., Li R., Wang Ch., Fan L., Kunrong Ch., Huan Y., Ruibin Y. 2019. Resynthesis of clubroot disease resistant (AACrCr and ArArCrCr) through hybridization. IRC 2019 Book of Abstracts: 343. www.gcirc.org. [Dostęp: 15.06.2018].

Yoshikawa H. 1993. Studies on breeding of clubroot resistance to cole crops. Bulletin of National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Ano, Mie (Japan) 7: 1–165.

Zamojska J., Węgorek P., Mrówczyński M. 2010. Obecny poziom odporności na insektycydy dla wybranych gatunków owadów w Polsce. Progress of Plant Protection/Postępy Ochrony Roślin 50 (3): 1205–1212.

Zhao F.J., Bilsborrow P.E., Evans E.J., McGrath S.P. 1997. Nitrogen to sulphur ratio in rapeseed and rapeseeds protein and its use in diagnosing sulphur deficiency. Journal of Plant Nutrition 20 (4–5): 549–558.

Zhao F.J., Hawkesford M.J., McGrath S.P. 1999. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. Journal of Cereal Science 30 (1): 1–17.

Zhao F.J., McGrath S.P., Blake-Kalff M.M.A., Link A., Tucker M. 2003. Crop responses to sulphur fertilization in Europe. Biogeochemistry of sulphur in agricultural systems. Part II. Fertilizers and Fertilization V 3 (16): 26–51.

Żak W., Zagajski P., Dreszer K.A. 2007. Zespoły żniwne do zbioru rzepaku. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 52 (1): 62–67.

www.dziennikustaw.gov.pl
www.minrol.gov.pl
www.piorin.gov.pl

ISBN 978-83-64655-52-4