INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony łubinu wąskolistnego, żółtego i białego

dla doradców

Poznań 2012

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony łubinu wąskolistnego, żółtego i białego

dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
Dr inż. Romana Krawczyka
i Prof. dr hab. Marka Mrówczyńskiego

Program Wieloletni 2011–2015
"Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska"

1.1. Aktualizacja i opracowanie metodyk integrowanej ochrony roślin

Poznań 2012

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
Dyrektor – Prof. dr hab. Danuta Sosnowska

ZAKŁAD UPOWSZECHNIANIA, SZKOLEŃ I WSPÓŁPRACY Z ZAGRANICĄ
Kierownik – Dr Stefan Wolny

Recenzent:
Prof. dr hab. Jerzy Szukała[6]

Autorzy opracowania:
Dr inż. Roman Krawczyk[1]
Dr hab. Natasza Borodynko, prof. nadzw.[1]
Dr inż. Lech Boros[3]
Prof. dr hab. Piotr J. Domański[5]
Dr inż. Joanna Horoszkiewicz-Janka[1]
Dr Joanna Kamasa[1]
Dr hab. Roman Kierzek[1]
Prof. dr hab. Marek Korbas[1]
Prof. dr hab. Jan Kozłowski[1]
Dr Krzysztof Krawczyk[1]
Prof. dr hab. Jerzy Księżak[4]
Dr hab. Ewa Matyjaszczyk[1]
Dr Kinga Matysiak[1]
Prof. dr hab. Marek Mrówczyński[1]
Mgr inż. Grzegorz Pruszyński[1]
Dr inż. Stanisław Stawiński[2]
Dr inż. Przemysław Strażyński[1]
Inż. Henryk Wachowiak[1]
Prof. dr hab. Paweł Węgorek[1]
Dr Joanna Zamojska[1]

Korekta redakcyjna:
Mgr Danuta Wolna[1]

Zdjęcia:
Prof. dr hab. Marek Korbas[1]
Prof. dr hab. Jan Kozłowski[1]
Dr inż. Roman Krawczyk[1]
Dr inż. Przemysław Strażyński[1]

[1] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[2] Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR, Oddział Przebędowo
[3] Instytut Hodowli Aklimatyzacji i Roślin – PIB, Radzików
[4] Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Puławy
[5] Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka
[6] Uniwersytet Przyrodniczy, Poznaniu

ISBN 978-83-89867-86-5

Nakład: 50 egz.
Opracowanie graficzne, skład i łamanie: mgr inż. Dominik Krawczyk
Druk: TOTEM, ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław, www.totem.com.pl

SPIS TREŚCI

I. WSTĘP 5

II. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN 7

2.1 Stanowisko i płodozmian 7
2.2 Przygotowanie gleby 8
2.3 Zintegrowany system nawożenia 8
2.4 Siew 10

III. DOBÓR ODMIANY 12

IV. REGULACJA ZACHWASZCZENIA W INTEGROWANEJ OCHRONIE ŁUBINU 16

4.1 Najważniejsze gatunki chwastów 16
4.2 Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia 18
4.3 Metody określania liczebności i progi szkodliwości chwastów 22
4.4 Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia 22

V. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB GRZYBOWYCH 25

5.1 Najważniejsze choroby 25
5.2 Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób łubinu 28
5.3 Niechemiczne metody ochrony 32
5.4 Metody określania liczebności i progi szkodliwości 35
5.5 Chemiczne metody ochrony 40

VI. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ WIRUSY 41

6.1. Najważniejsze wirusy 41
6.2. Metody zapobiegania chorobą wirusowym 42

VII. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODLIWE OWADY 44

7.1. Najważniejsze gatunki szkodliwych owadów 44
7.2. Niechemiczne metody ochrony 50
7.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości 52
7.4. Chemiczne metody ochrony 53

VIII. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ŚLIMAKI 56

8.1. Najważniejsze gatunki ślimaków 56
8.2. Występowanie, objawy uszkodzeń i czynniki warunkujące uszkodzenia 62
8.3. Niechemiczne metody ochrony 65
8.4. Metody oceny zagrożenia roślin oraz progi szkodliwości 65
8.5. Chemiczne metody ochrony 68

IX. WSTĘPNE ZALECENIA ODNOŚNIE OGRANICZENIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ZWIERZYNĘ ŁOWNĄ W UPRAWACH ŁUBINU 69

X. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE 74

XI. OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH 78

XII. ZNACZENIE BAKTERII NITRYFIKACYJNYCH W ROZWOJU ŁUBINU 81

12.1. Wiązanie azotu cząsteczkowego w brodawkach korzeniowych 83
12.2. Czynniki agrotechniczne i glebowo-klimatyczne oddziałujące na występowanie i liczebność rizobiów w glebie 86
12.3. Wpływ szczepionek zawierających bakterie nitryfikujące na wzrost roślin 87

XIII. DOSTĘPNOŚĆ PREPARATÓW DO OCHRONY ŁUBINU W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I MOŻLIWOŚCI ROZSZERZENIA ICH LICZBY W ŚWIETLE AKTUALNYCH PRZEPISÓW 90

13.1. Dostępność biopreparatów do ochrony łubinu 90
13.2. Dostępność środków ochrony roślin zawierających substancje czynne pochodzenia naturalnego 91
13.3. Dostępność chemicznych środków ochrony roślin do ochrony łubinu 92
13.4. Możliwości poprawy dostępności środków do ochrony łubinu – rejestracja off–label 93

XIV. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 96

14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin 96
14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin 97
14.3. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin 101
14.4. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania 109

XV. ZNACZENIE HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ŁUBINU 112

15.1. Kierunki hodowli 113
15.2. Hodowla odpornościowa łubinu 115
15.3. Jakość materiału siewnego 117
15.4. Metody oceny materiału siewnego 118
15.5. Lustracja, termin i metody lustracji roślin 119

XVI. FAZY ROZWOJOWE ROŚLIN ŁUBINU W SKALI BBCH 120

XVII. ZASADY PROWADZENIA EWIDENCJI STOSOWANYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 124

XVIII. LITERATURA 125

I. WSTĘP

Roman Krawczyk, Marek Mrówczyński

Łubin (*Lupinus* L.) zaliczany jest do rodziny bobowatych – Fabaceae (poprzednia nazwa rodziny: Motylkowate – *Papilionaceae*). Rodzaj – łubin reprezentowany jest przez około 250 gatunków. W Polsce znaczenie gospodarcze mają trzy, pochodzące z rejonu Morza Śródziemnego: łubin biały (*L. albus* L.), łubin wąskolistny (*L. angustifolius* L.) i łubin żółty *L. luteus* L. (Harasimowicz–Hermann 1998). Obecnie wzrasta zainteresowanie badaniami nad wykorzystaniem łubinu andyjskiego (*L. mutabilis* Sweet; botaniczna nazwa – łubin zmienny) w związku z wysoką zawartością białka (ok. 50%) i tłuszczu (ok. 20%) w nasionach. Oprócz wymienionych gaunków, które są roślinami jednorocznymi jarymi o dużych nasionach, w krajowej florze spotkać można inne gatunki tego rodzaju, o drobnych nasionach. Uprawiane są jako rośliny ozdobne na działkach lub ich formy zdziczałe występują w stanowiskach ruderalnych: łubin trwały (*L. polyphyllus* Lindley), łubin wieloletni (*L. perennis* L.) (Szwejkowska i Szwejkowski 2003).

Polityka krajów Unii Europejskiej, w ramach wspólnotowego programu działań w zakresie środowiska naturalnego, ukierunkowana jest na zrównoważone stosowanie pestycydów. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE w krajach UE od 1 stycznia 2014 roku, produkcja roślinna oparta będzie na integrowanej ochronie roślin. Ma ona na celu zmniejszenia zależności produkcji roślinnej od stosowania chemicznych środków ochrony roślin (ś.o.r.) oraz zminimalizowanie zagrożeń dla zdrowia ludzi i dla środowiska spowodowanych nadmiernym stosowaniem pestycydów. W integrowanej ochronie roślin w ograniczeniu szkodliwego oddziaływania agrofagów (niepożądane rośliny, owady, grzyby i inne czynniki patogeniczne) względem rośliny uprawnej i jej produktów daje, tam gdzie to możliwe, pierwszeństwo niechemiczny metodom, w tym metodom: agrotechnicznym, biologicznym i hodowlanym. Powyższe działania powinny być uzasadnione na poziomie ekonomicznym i ekologicznym. W nie chemicznych metodach działania profilaktyczne oraz bezpośrednie metody ograniczające ujemny wpływ agrofagów powinny się wzajemnie uzupełniać. Działania profilaktyczne mają na celu stworzenie korzystnych warunków rozwoju roślinie uprawnej przez stosowanie: poprawnego zmianowania, zrównoważonego nawożenia, doboru odmian do warunków siedliska, materiału siewnego dobrej jakości, monitoringu agrofagów, terminów i właściwych technik agrotechnicznych. Bezpośrednie metody polegają na ograniczeniu liczebności agrofagów lub ich ujemnego oddziaływania z użyciem metod mechanicznych, fizycznych lub innych działań bezpośrednio ograniczających ich liczebność.

Łubin w zmianowaniu wpływa korzystnie na plony roślin następczych, jest doskonałym przedplonem. W zmianowaniu, jako roślina przedplonowa, łubin jest waż-

ny między innymi przez wiązanie azotu atmosferycznego zmniejsza zapotrzebowanie stanowiska na nawożenie azotowe. Głęboki i silnie rozwinięty system korzeniowy rozluźnia warstwę podorną i przemieszcza z głębszych warstw gleby związki mineralne (fosfor, potas, wapń), pozostawiając te składniki uprawom następczym, o płytszym systemie korzeniowym. Substancje wydzielane z systemu korzeniowego uruchamiają związki fosforu z form uwstecznionych.

Łubin jest rośliną wysokobiałkową pastewną, wykorzystywany jako komponent „żywności funkcjonalnej". „Żywność funkcjonalna" to produkty, które poza wartością odżywczą mają substancje czynne pozytywnie wpływające na zdrowie człowieka (Lampart–Szczapa i Łoza 2007). Łubin ma zastosowanie jako surowiec do produkcji: pasz treściwych, zielonek, nawozów zielonych, poplonów.

Ze względu na zalety użytkowe łubinu, jego uprawa powinna być rozszerzona. Na początku XXI wieku udział wszystkich upraw strączkowych na nasiona stanowił około 1% struktury zasiewów. W 2010 roku odnotowano wzrost powierzchni tych upraw o 57% i wynosiła 170 tys. ha (GUS 2012). W dużej mierze wzrost powierzchni zasiewów roślin strączkowych jest efektem dopłat do upraw wysokobiałkowych, co jest pozytywnym przykładem oddziaływania programów rolnych na system gospodarowania rolniczego. Pomimo, że wzrost powierzchni upraw strączkowych był znaczący, to ich udział w strukturze zasiewów stanowił 1,6 %. Większe zainteresowanie uprawą strączkowych miało wpływ na wzrost powierzchni kwalifikowanych plantacji nasiennych roślin strączkowych. W 2010 roku dla łubinu wąskolistnego odnotowano wzrost powierzchni zakwalifikowanych plantacji nasiennych o 99%, a dla łubinu żółtego o 38%, dla którego od 2002 roku powierzchnia zakwalifikowanych plantacji nasiennych wzrosła trzykrotnie (Lista opisowa odmian 2011).

Zwiększenie powierzchni uprawy łubinu jest również efektem prac hodowlanych. Postęp w hodowli nowych odmian jest w ostatnich latach znaczący. Nowe odmiany charakteryzują się większą tolerancją względem sprawców chorób grzybowych, termoneutralnością i większą stabilnością plonowania. Jednak plon nasion uzyskiwany w praktyce rolniczej stanowi około 48% potencjału plonotwórczego, co jest uwarunkowane małą dostępnością środków ochrony roślin, jak również niskich nakładów na nośniki postępu biologicznego w postaci kwalifikowanego materiału siewnego nowych odmian (Prusiński 2007a). W warunkach Polski na kwalifikowany materiał siewny nowych i intensywnych odmian jest mniejszym popyt. Obserwuje się duże zainteresowanie odmianami starszymi dostosowanymi do ekstensywnych warunków produkcji (Prusiński 2007b). Wykorzystanie w pełni potencjału genetycznego nowych odmian wzrasta wraz z intensyfikacją produkcji i wzrostem poziomu technologicznego gospodarstwa (Nalborczyk 1997; Oleksiak i Arseniuk 2002) i powinien być wykorzystany w praktyce rolniczej, jako element integrowanej ochrony roślin, w celu uzyskiwania wysokich i zdrowych plonów.

II. OGÓLNE ZASADY AGROTECHNIKI ISTOTNE W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN

Jerzy Księżak

2.1. Stanowisko i płodozmian

Uprawa łubinu białego zalecana jest na glebach klas od IIIa do V, kompleksów 4–6, mających odczyn lekko kwaśny (pH 5,6–6,0). Jest on również zalecany do uprawy na glebach lepszych położonych na terenach falistych, o dużym zróżnicowaniu wilgotnościowym, tam gdzie bobik i groch mogą plonować zawodnie. Wymagania glebowe łubinu wąskolistnego są mniejsze niż łubinu białego. Może być uprawiany na glebach klasy IIIa–IVb, zaliczanych do kompleksów żytniego bardzo dobrego, żytniego dobrego o pH zbliżonym do obojętnego i zasobnych w magnez (Księżak 2007). Natomiast wymagania łubinu żółtego są małe i może być uprawiany na glebach klasy IVb–VI (kompleks żytni dobry, żytni słaby i żytni najsłabszy). Najlepiej jednak plonuje na glebach klasy V, kompleksu żytniego dobrego (Szukała i wsp. 1997; Szukała i wsp. 2003). Gatunek ten nie znosi gleb o odczynie obojętnym, zasadowym lub świeżo wapnowanych, a optymalne pH wynosi 5–6. Na glebach zasobnych w wapń cierpi na chlorozę, chorobę związaną z brakiem łatwo dostępnego: żelaza, manganu, cynku i miedzi.

Najwięcej wody łubin wymaga w okresie pęcznienia i kiełkowania nasion oraz w fazie tworzenia pąków kwiatowych i na początku kwitnienia. Brak wody w tych okresach powoduje nierównomierne wschody, słaby wzrost i gorsze zawiązywanie strąków. Przypada to na okres od połowy maja do połowy lipca. Reaguje ujemnie nie tylko na niedobór wody w glebie, ale i w powietrzu. Występująca w tym okresie susza powoduje skrócenie długości owocującej części pędu, zmniejszenie liczby strąków na roślinie i obniżenie masy nasion, co prowadzi do spadku plonu. Natomiast nadmiar wody jest szczególnie szkodliwy podczas dojrzewania nasion. Intensywne opady deszczu w tym okresie przedłużają wegetację i mogą powodować silniejsze wyleganie roślin (Księżak 2001; Szukła i wsp. 1997).

Gatunki te mają umiarkowane wymagania cieplne (Podleśny i Podleśna 2010). Przy dostatecznej wilgotności i dostępie powietrza nasiona zaczynają kiełkować już w temperaturze 1–2°C. Rośliny młode mogą przetrwać spadki temperatury do –6°C, a optymalna temperatura dla ich wzrostu i rozwoju wynosi 13–18°C.

Najlepszym przedplonem dla łubinu są zboża uprawiane w 3–4 roku po okopowych na oborniku. Należy unikać stanowiska bezpośrednio po okopowych, gdyż w tych warunkach wytwarzają nadmierną masę wegetatywną i często wylegają, co nie sprzyja wytworzeniu nasion oraz naraża plantację na silniejsze porażenie przez choroby i szkodniki (Ksieżak i Kawalec 2006). Nie należy również uprawiać

ich po sobie lub bobowatych wieloletnich. Częstsza uprawa łubinu po sobie prowadzi do powstawania zjawiska „wyłubinienia" powodowanego rozwojem bakteriofagów niszczących bakterie brodawkowe oraz nasileniem występowania chorób zgorzelowych. Ponadto wschodzące rośliny są silniej porażane przez zgorzel siewek i uszkadzane przez oprzędziki. Przerwa w uprawie na danym polu powinna wynosić 4–5 lat. Stanowisko po łubinie w zależności od klasy gleby jest wykorzystywane pod jęczmień lub owies i żyto ozime (Wesołowski i Woźniak 2000).

2.2. Przygotowanie gleby

Po zbiorze przedplonu należy wykonać podorywkę lub kultywatorowanie (kultywator o sztywnych łapach – gruber) i kilkakrotne bronowanie niszczące wschodzące chwasty (jeśli nie wysiano poplonów). Orkę przedzimową najlepiej wykonać pługiem obracalnym, ponieważ nie pozostawia się wówczas bruzd, zmniejsza przejazdy na uwrociach i zmniejsza się koszt wykonania zabiegu.

Wiosenną uprawę powinno się rozpocząć jak najwcześniej i maksymalnie ograniczyć straty wody oraz stworzyć warunki do umieszczenia nasion na odpowiedniej głębokości. Przyczynia się to do szybkich i równomiernych wschodów oraz głębokiego ukorzeniania się roślin, a w konsekwencji zmniejszenia ich wrażliwość na okresowe susze. Ilość zabiegów uprawowych zależy od stanu roli po zimie oraz sposobu siewu nasion. Pod łubin nie należy spulchniać gleby zbyt głęboko (około 5 cm), ponieważ ze względu na sposób kiełkowania (liścienie podczas kiełkowania wysuwane są na powierzchnię gleby), wysiewane są płytko. Ważne jest staranne wyrównanie powierzchni pola, co umożliwia niskie ustawienie zespołów tnących maszyn zbierających rośliny.

2.3. Zintegrowany system nawożenia

Największe wymagania pokarmowe w stosunku do pozostałych gatunków ma łubin biały, natomiast łubin wąskolistny, a zwłaszcza żółty, mają mniejsze, gdyż wykazują większą zdolność do pobierania składników z trudno dostępnych form związków znajdujących się w glebie. Wielkość dawek nawozów fosforowych i potasowych określa się na podstawie wykonanych analiz gleby w zależności od jej zasobności w składniki pokarmowe (Wilczek 1997). Zapotrzebowanie przedstawiono w tabelach 1–3. Nawozy fosforowe należy wysiewać jesienią, przed orką przedzimową. Jedynie na glebach zakwaszonych lepiej wysiewać je wiosną, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo powstawania fosforanów żelaza i glinu. Na glebach zwięzłych i średnich nawożenie potasem można zastosować jesienią, natomiast na lżejszych zaleca się ich wysiew wiosną, ze względu na możliwość szybkiego wypłukiwania się potasu z tych gleb. Łubin, dzięki współżyciu z bakteriami brodawkowymi ma zdolność wiązania azotu atmosferycznego, dzięki czemu nie

wymaga nawożenia tym składnikiem (Faligowska i Szukała 2010; Kotecki i Malarz 1991). W przypadku zbyt niskiego pH należy przeprowadzić wapnowanie, które można wykonać bezpośrednio po zbiorze przedplonu lub wcześniej pod inne gatunki w zmianowaniu. Na glebach kwaśnych występuje duże stężenie jonów glinu, który może powodować zahamowanie wzrostu korzeni, brak na nich włośników oraz słaby rozwój bakterii brodawkowych. Na glebach o niskiej zawartości magnezu (poniżej 2–3 mg/100 g – gleby lżejsze i 3–5 mg/100 g gleby cięższe) i kwaśnych należy zastosować wapno magnezowe. W przypadku niskiej zawartości magnezu w glebie, ale wyższym pH, konieczne jest zastosowanie nawozów magnezowych (kizeryt, kainit, siarcza magnezu) w dawce 40–60 kg MgO/ha. Nawożenia obornikiem nie stosuje się pod łubin, gdyż na takie nawożenie słabiej reaguje niż rośliny okopowe i kukurydza. Przy tym obornik może ujemnie działać na łubin powodując jego wyleganie, przedłużenie wegetacji i nierównomierność dojrzewania.

Łubin, podobnie jak inne gatunki roślin strączkowych ma zwiększone zapotrzebowanie na wiele mikroskładników takich, jak: molibden, żelazo, kobalt, miedź, bor (Podleśny 1997). W stanowiskach o niskiej zawartości boru i molibdenu celowe jest stosowanie tych składników. Można je stosować doglebowo w formie stałej (bor – superfosfat borowany lub boraks, molibden – molibdenian sodowy lub amonowy) lub w formie dokarmiania dolistnego. Najczęściej dokarmia się rośliny strączkowe na początku pąkowania, a dawki nawozów wynoszą około 0,04 kg/ha Mo i 0,2 kg B. Nawozy należy rozpuścić w 300 dm^3 wody, a oprysk wykonać w godzinach rannych lub wieczorem na wilgotne rośliny. Ponadto molibden można stosować w formie dodatku do nitraginy przy zaprawianiu nasion, bądź dolistnie w czasie oprysku roślin przeciw chorobom lub szkodnikom. Jeśli stan roślin wskazuje na niedobory składników pokarmowych (np. chlorozy) można zastosować wieloskładnikowe nawozy dolistne, zwłaszcza na glebach o odczynie obojętnym, gdzie takie pierwiastki, jak mangan i bor przechodzą w formy trudno rozpuszczalne i niedostępne dla roślin.

Tabela 1. Dawki fosforu (P_2O_5) potasu (K_2O) zalecane pod łubin żółty w kg/ha (Podleśny i Brzóska 2006c)

Kompleks glebowy	Zawartość fosforu i potasu									
	b. niska		niska		średnia		wysoka		b. wysoka	
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
Żytni b. dobry	50	65	35	50	30	40	15	30	0	0
Żytni dobry	50	70	35	70	30	55	15	45	0	20
Żytni słaby	60	65	40	50	25	40	15	30	0	0
Żytni b. słaby	55	70	40	70	25	55	15	45	0	0

Tabela 2. Dawki fosforu (P_2O_5) potasu (K_2O) zalecane pod łubin wąskolistny w kg/ha (Podleśny i Brzóska 2006b)

Kompleks glebowy	Zawartość fosforu i potasu									
	b. niska		niska		średnia		wysoka		b. wysoka	
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
Żytni dobry	50	65	35	50	30	40	15	30	0	20
Żytni słaby	60	65	40	50	25	40	15	30	0	0
Żytni b. słaby	55	70	40	70	25	55	15	45	0	0

Tabela 3. Dawki fosforu (P_2O_5) potasu (K_2O) zalecane pod łubin biały w kg/ha (Podleśny i Brzóska 2006c)

Kompleks glebowy	Zawartość fosforu i potasu							
	b. niska		niska		średnia		wysoka	
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
Pszenny wadliwy	50	65	35	50	30	40	15	30
Żytni bardzo dobry	50	65	35	50	30	40	15	30
Żytni dobry	60	70	40	70	25	55	15	45
Zytni słaby	70	70	50	70	25	55	15	45

2.4. Siew

W integrowanej produkcji należy zwracać dużą uwagę na jakość wysiewanych nasion. Do siewu łubinu należy używać nasion zdrowych, nieuszkodzonych, o dużej zdolności kiełkowania. Przed siewem nasiona należy zaprawić zaprawą grzybobójczą lub owado- i grzybobójczą. W zaopatrzeniu roślin w azot bardzo znaczącą rolę odgrywa zaprawianie ich nasion nitraginą. Ze względu na bardzo małe koszty zabieg ten powinno się zawsze wykonywać w uprawie wszystkich gatunków łubinu. Początek współżycia bakterii z tymi gatunkami rozpoczyna się w fazie 2–3 liści, a szczyt intensywnego wiązania azotu przypada na początek kwitnienia roślin.

Wszystkie trzy gatunki łubinu należy wysiewać jak najwcześniej wiosną najlepiej, o ile pozwolą na to warunki pogodowe, w drugiej połowie marca. Wczesny wysiew nasion umożliwia właściwy przebieg procesu jarowizacji (niskie temperatury), a znaczny zapas wody w glebie w tym okresie sprzyja równomiernym wschodom roślin. Genotypy termoneutralne nie wymagają jaryzacji, szybciej się rozwijają, wcześniej dojrzewają, a przy opóźnionych siewach nie wytwarzają zbyt dużej masy organów wegetatywnych kosztem organów generatywnych. Ich uprawa wskazana jest w rejonach o krótszym okresie wegetacji. Wpływa także na wcze-

śniejsze zakwitanie roślin, niższe formowanie okółków pierwszych kwiatostanów, które lepiej są zaopatrywane w asymilaty i wodę niż kwiatostany położone wyżej.

Ważny jest także wysiew odpowiedniej ilości nasion na jednostce powierzchni. Przy zbyt dużej obsadzie roślin może następować ich wyleganie, a zbyt mała sprzyja rozwojowi zachwaszczenia i silniejszemu rozgałęzianiu się roślin. Może powodować to przedłużenie wegetacji i utrudnienia zbioru (Prusiński 1997a; Prusiński 1997b).

Łubin biały należy wysiewać w zagęszczeniu 60–80 kiełkujących nasion na 1 m^2, łubin wąskolistny i żółty, odmiany tradycyjne 90–100, a samokończące 100–120 kiełkujących nasion na 1 m^2. Odmiany samokończące wegetację wytwarzają znacznie mniejszą liczbę pędów bocznych (najczęściej tylko I–rzędu), dlatego zalecana jest większa gęstości siewu. Na glebach lepszych należy stosować mniejszą, a na słabszych większą ilość wysiewu. Normę wysiewu nasion należy wyliczyć według wzoru:

$$\text{wysiew (kg/ha)} = a \times b/c$$

gdzie:
a – zakładana obsada roślin,
b – masa 1000 nasion,
c – wartość użytkowa nasion (czystość x zdolność kiełkowania).

Nasiona należy wysiewać na głębokość 3–4 cm. Do wysiewu należy stosować siewniki z kołeczkowym zespołem wysiewającym do nasion grubych lub siewniki z roweczkowym zespołem wysiewającym z zastosowaniem wysiewu górnego. W celu umieszczenia nasion na jednakowej głębokości należy stosować, w zależności od typu siewnika, mechaniczne lub hydrauliczne dociskanie redlic.

III. DOBÓR ODMIANY

Piotr J. Domański

W Polsce udział roślin strączkowych w strukturze zasiewów jest ciągle mniejszy niż w wielu krajach UE i wynosi nieco ponad 1%. Stan krajowego rejestru w ostatnich latach zmniejszył się, najbardziej w bobiku, ogólnoużytkowych odmianach grochu oraz soi (tab. 4). Wyraźnie zwiększyła się liczba zarejestrowanych odmian łubinu wąskolistnego. Natomiast od lat nie rejestruje się w Polsce nowych odmian łubinu białego (Boros – ostatni wpis do KR w 2003 r.), wyki kosmatej (Rea – zarejestrowana w 1971 r.) i wyki siewnej (Hanka – wpis do KR w 2001 r.).

Tabela 4. Odmiany w krajowym rejestrze w roku integracji Polski z UE i obecnie

Gatunek	2004		2012*	
	k	z	k	z
Bobik	19	–	11	2
Groch siewny:				
– odmiany ogólnoużytkowe	20	2	12	5
– odmiany pastewne	11	1	13	–
Łubin wąskolistny	9	1	16	1
Łubin żółty	7	–	8	–
Łubin biały	3	–	2	–
Soja	6	1	2	–
Wyka kosmata	2	–	1	–
Wyka siewna	6	2	5	–

* stan na 30.04.2012; k – odmiany krajowe, z– odmiany zagraniczne

Łubin wąskolistny

W polskim rejestrze dominują odmiany krajowe (16), tylko jedna odmiana pochodzi z zagranicy – Boruta (niemiecka). Nasiona zawierają od 30 do 33% białka ogólnego w suchej masie, zależnie od odmiany (tab. 5). W porównaniu do łubinu żółtego nasiona zawierają mniej białka i mają gorszą strawność. Cechą korzystną jest jednak to, że okres wegetacji odmian jest krótszy niż odmian łubinu żółtego, średnio o 10–12 dni. W obrębie zarejestrowanych odmian tylko trzy (Mirela, Karo, Oskar) cechują się dużą zawartością alkaloidów – klasyfikuje się je jako odmiany gorzkie i niesamokończące.

Pod względem plonowania wyróżniają się odmiany niesamokończące niskoalkaloidowe: Dalbor, Heros, Tango (zarejestrowane w 2011 i 2012 r.). Stosunkowo dużymi nasionami cechują się odmiany Karo, Bojar i Tango (MTN powyżej 160 g).

Najdrobniejsze nasiona ma Heros – MTN około 130 g. Odmiany Mirela, Neptun i Sonet wykazują względnie mniejszą odporność na fuzaryjne więdnięcie roślin.

Odmiany mogą być uprawiane we wszystkich rejonach kraju, poza nadmorskimi i podgórskimi. Największych plonów nasion można się spodziewać w północnym pasie Polski. W uprawie poplonowej przydatne są odmiany szybko rosnące i tworzące dużo masy zielonej. Uwarunkowania te spełniają odmiany Zeus i Boruta oraz wysokoalkaloidowe – Karo i Mirela.

Tabela 5. Łubin wąskolistny. Plon nasion i inne cechy rolniczo-użytkowe (wyniki COBORU 2010–2011)

Lp.	Odmiana	Rok wpisu do KR	Plon nasion	Zawartość białka ogólnego	Zawartość tłuszczu surowego	Zawartość alkaloidów[1]	Masa 1000 nasion (MTN)	Wysokość roślin	Wyleganie przed zbiorem	Fuzaryjne więdnięcie	Brunatna plamistość liści
			[dt z ha]	[% s.m.]			[g]	[cm]	[skala 9°]		
Średnia			28,6	31,8	7,1	–	151	58	8,2	7,5	8,2
niesamokończące wysokoalkaloidowe											
1	Mirela	1981	26,0	33,1	7,2	1,035	145	61	8,1	6,8	8,0
2	Karo	2001	28,4	31,4	6,8	0,981	182	59	8,2	7,3	8,2
3	Oskar	2012	29,4	32,0	7,3	0,997	143	61	8,3	7,9	8,1
niesamokończące niskoalkaloidowe											
4	Baron	2002	28,9	32,9	6,9	0,024	146	54	8,3	7,8	8,0
5	Zeus	2002	28,2	32,2	7,6	0,020	152	63	7,9	7,4	8,2
6	Graf	2004	29,3	33,0	7,1	0,017	137	60	8,2	7,9	8,4
7	Kalif	2006	28,7	30,7	7,3	0,018	152	59	8,1	7,6	8,5
8	Bojar	2007	27,8	30,4	7,3	0,013	164	57	8,4	7,2	8,1
9	Neptun	2009	27,9	33,0	7,0	0,017	158	55	8,2	7,0	8,2
10	Kadryl	2010	29,5	31,9	7,0	0,025	155	64	8,1	7,8	8,1
11	Dalbor	2011	30,6	32,0	6,8	0,014	142	56	8,4	7,6	7,9
12	Heros	2011	30,3	31,5	6,6	0,021	130	51	8,3	7,4	8,2
13	Tango	2012	30,8	32,9	7,3	0,043	164	64	8,3	7,8	8,5
samokończące niskoalkaloidowe											
14	Sonet	1999	24,7	29,2	7,0	0,027	156	54	8,3	7,1	8,1
15	Boruta (DE)[2]	2002	28,5	32,1	6,8	0,022	148	60	8,3	8,1	8,3
16	Regent	2009	28,0	30,5	7,4	0,011	147	51	8,4	7,7	8,1
Liczba doświadczeń			21	21	14	10	23	23	11	13	6

Odmiany nie badane w ostatnich latach: niesamokończąca niskoalkaloidowa – Cezar

[1] Brak średniej zawartości alkaloidów nie podana ze względu na grupy odmian: wysokoalkaloidowe, niskoalkaloidowe w tym gatunku

[2] (DE) Niemcy

Łubin żółty

Możliwe jest wielorakie wykorzystanie odmian łubinu żółtego w uprawie, którego plony nasion są niższe w porównaniu z łubinem wąskolistnym i łubinem białym (w doświadczeniach plonuje na poziomie 18–20 dt z ha), ale cenne jest to, że odmiany można uprawiać na glebach lekkich. W dobrych warunkach glebowych i wilgotnościowych, przy poprawnej agrotechnice, można uzyskać nawet 30 dt nasion z 1 ha. Innym kierunkiem uprawy jest produkcja zielonej masy. Możliwy jest zbiór 400–500 dt z ha zielonki o niskiej zawartości włókna. Odmiany uprawiane jako zielony nawóz wzbogacają glebę w materię organiczną oraz pozostawiają w niej około 200 kg azotu na 1 ha.

Tabela 6. Łubin żółty. Plon nasion i inne cechy rolniczo-użytkowe (wyniki COBORU 2010–2011)

Lp.	Odmiana	Rok wpisu do KR	Plon nasion	Zawartość białka ogólnego	Zawartość włókna surowego	Zawartość alkaloidów	Masa 1000 nasion (MTN)	Wysokość roślin	Wyleganie przed zbiorem	Fuzaryjne więdnięcie	Brunatna plamistość łubinu
			[dt z ha]	[% s.m.]			[g]	[cm]	[skala 9°]		
Średnia			**18,9**	**42,8**	**15,5**	**0,019**	**135**	**65**	**7,7**	**7,6**	**8,3**
niesamokończące											
1	Parys	1988	16,5	42,8	14,5	0,016	141	75	7,3	8,5	8,7
2	Mister	2003	19,8	42,9	15,8	0,021	142	64	8,0	8,0	8,5
3	Dukat	2006	19,4	43,2	14,9	0,022	132	65	7,6	7,8	8,3
4	Lord	2006	19,1	43,3	15,6	0,017	130	63	8,0	7,6	8,3
5	Talar	2008	20,0	43,5	15,4	0,017	133	64	7,8	7,3	8,3
6	Baryt	2011	20,5	44,2	15,8	0,017	136	64	8,0	7,8	8,3
samokończące											
7	Taper	2002	17,3	42,1	15,4	0,018	130	61	8,1	7,2	7,8
8	Perkoz	2008	18,2	40,7	16,5	0,022	137	65	6,6	6,9	8,2
Liczba doświadczeń			23	21	10	10	23	23	17	4	6

W hodowli nowych odmian łubinu żółtego nastąpił w ostatnich latach duży postęp. Nowe zarejestrowane odmiany pod wieloma względami zaspokajają oczekiwania praktyki rolniczej. Przede wszystkim są wczesne i termoneutralne, a więc mało wrażliwe na opóźnienie terminu siewu. Charakteryzuje je również wysoka plenność i zwiększona wierność plonowania. Wśród nich wyróżnia się nowa tradycyjna odmiana Baryt oraz samokończące wegetację odmiany Taper i Perkoz. Wzrosła również odporność odmian łubinu żółtego na wyleganie, a także na cho-

roby wirusowe i sprawców *Fusarium* sp. Odmiany samokończące i niektóre tradycyjne wykazują tendencję większej tolerancji na antraknozę.

W krajowym rejestrze znajdują się tylko odmiany polskie (8), w tym dwie samokończące wegetację – Taper i Perkoz. Wszystkie odmiany są termoneutralne (z wyjątkiem odmiany Parys), o niskiej zawartości alkaloidów. Pod względem zawartości białka ogólnego w nasionach wyróżnia się odmiana Baryt (tab. 6). Większe tendencje do wylegania przed zbiorem nasion przejawia odmiana Perkoz, która jednocześnie jest bardziej podatna na fuzaryjne więdnięcie. Różnice w masie 1000 nasion między odmianami są nieduże i nie przekraczają 10%. Stosunkowo największe nasiona ma odmiana Mister.

Łubin biały

Efekty postępu biologicznego w postaci rejestracji w Polsce nowych odmian są skromne. W ostatnim 10–leciu nie zarejestrowano żadnej odmiany. Hodowlę zagraniczną i praktykę rolniczą specjalnie nie interesuje ten gatunek strączkowych. Właściwość długiego okresu wegetacji roślin od zasiewu do dojrzałości technicznej (130–140 dni), przy dodatkowo grubej, mocno uwodnionej okrywie strąka zniechęca do uprawy odmian.

Zróżnicowanie plonowania między odmianami Butan, a odmianą samokończącą Boros wynosi średnio 9%, chociaż w zależności od warunków pogodowych w latach waha się od 6 do 15%. Jednak stosunkowo mniej alkaloidów w nasionach zawiera odmiana samokończąca Boros, która też charakteryzuje się największymi nasionami (tab. 7). Jest ona także niższa i mniej wylega niż odmiany tradycyjne. Bywa mniej porażana przez fuzaryjne więdnięcie roślin.

Tabela 7. Łubin biały. Plon nasion i inne cechy rolniczo-użytkowe (wyniki COBORU 2004–2006)

Lp.	Odmiana	Rok wpisu do KR	Plon nasion	Zawartość białka ogólnego	Zawartość tłuszczu surowego	Zawartość alkaloidów	Masa 1000 nasion (MTN)	Wysokość roślin	Wyleganie przed zbiorem	Fuzaryjne więdnięcie	Szara pleśń
			[dt z ha]	[% s.m.]			[g]	[cm]	[skala 9°]		
Średnia			32,4	35,7	11,6	0,032	298	68	7,6	7,2	8,4
1	Wat[1]	1978	33,3	34,3	10,9	0,062	292	69	7,6	7,2	8,4
2	Butan	2000	33,6	36,9	11,6	0,02	297	69	6,5	6,9	8,4
3	Boros*	2003	30,6	36	12,4	0,015	304	66	8,7	7,5	8,1
Liczba doświadczeń			12	13	13	12	13	13	5	8	3

*odmiana samokończąca

[1]odmiana skreślona z krajowego rejestru w 2008 roku

IV. REGULACJA ZACHWASZCZENIA W INTEGROWANEJ OCHRONIE ŁUBINU

Roman Krawczyk

4.1. Najważniejsze gatunki chwastów

Określenie chwast jest pojęciem agronomicznym. Mianem „chwast" definiuje się roślinę, która rośnie w miejscu, dla którego w określonym czasie zaplanowano inne przeznaczenie. Chwastem może być każdy gatunek dziko rosnącej roślinności segetalnej lub ruderalnej, jak i samosiewy roślin uprawnych. Zagrożenie względem rośliny uprawnej lub jej produktów nie stanowi chwast, tylko zachwaszczenie. O zachwaszczeniu mówi się wówczas, gdy chwasty występują w ilości lub w masie, która w sposób bezpośredni wpływa negatywnie na jakość lub ilość plonu lub w sposób pośredni przyczynia się do opóźnienia terminu zbioru lub wydłużenia czasu pracy maszyn, wraz ze zmniejszeniem ich precyzji i efektywności pracy. Szkodliwość zachwaszczenia zależna jest od występujących warunków glebowych i termiczno–wilgotnościowych siedliska, a także biologii i rytmu rozwoju chwastu oraz rośliny uprawnej, a przede wszystkim od działalności rolniczej w następstwie wykonywanych działań agrotechnicznych.

W łubinie zachwaszczenie jest reprezentowane przez szeroki zakres gatunków roślin jednorocznych i wieloletnich zarówno jednoliściennych, jak i dwuliściennych oraz samosiewy roślin uprawnych. Jednak największe zagrożenie stanowią gatunki chwastów, których rozwój trwa przez cały okres wegetacji łubinu.

Z jednorocznych gatunków dwuliściennych największe straty ponoszone są przez gatunki takie jak:

Komosa biała - ***Chenopodium album* L.** gatunek występujący mniej licznie w płodozmianach, w których dominują uprawy ozime. Jest zaliczany do grupy chwastów segetalnych o najwyższej frekwencji we wszystkich regionach Polski (Affek–Starczewska i Skrzyczyńska 2003, Latowski 2002). Często jest gatunkiem dominującym w zachwaszczeniu upraw łubinu (Krawczyk 2009). Najgroźniejsze są wschody w początkowym okresie rozwoju łubinu (BBCH 01/31) (fot.1). Na powierzchni 1 m^2 biomasa tego chwastu, nie zwalczanego w początkowym okresie rozwoju łubinu, przed zbiorem może być kilka krotnie wyższa od biomasy łubinu (Fot. 2). Duża biomasa utrudnia zbiór, zatykając sita kombajnu, a owoce tego chwastu istotnie zwiększają wilgotność zebranego plonu. W takich warunkach desykacja plantacji umożliwi zbiór plonu. Pozostałe gatunki komosy (*Chenopodium* sp.) mają znaczenie lokalne.

Z chwastów rdestowatych największe znaczenie ma: **rdestówka powojowata** - ***Fallopia convolvulus (L.)*** (wcześniejsza nazwa: rdest powojowaty) (fot. 3–4),

rdest ptasi – *Polygonum aviculare* L. i **rdest szczawiolistny – *Polygonum lapathifolium* L.** Ich rozwój trwa w całym okresie wegetacji, silnie konkurują z łubinem, dwa pierwsze gatunki utrudniają zbiór kombajnowy przez nawijanie na motowidło. Nasiona (orzeszki) rdestówki powojowatej podczas zbioru zanieczyszczają plon zwiększając jego wilgotność. Przy dużym zachwaszczeniu tymi gatunkami desykacja plantacji może usprawnić zbiór.

Z chwastów rumianowatych: **rumian polny – *Anthemis arvensis* L.** oraz **maruna bezwonna** – *Matricaria maritima* L. subsp. *inodora* (L.), Dostál stanowią największe zagrożenie. Przez szybki wzrost konkurują z roślinami łubinu. **Rumianek pospolity – *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert** i **rumian bezpromieniowy – *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb** występują lokalnie.

Chaber bławatek – ***Centaurea cyanus* L.** konkuruje z łubinem szybkim rozwojem, utrudnia zbiór kombajnowy, liczniej występuje w płodozmianach zbożowych (fot. 5–6).

Samosiewy rzepaku – *Brassica napus* L. są poważnym problemem na polach, na których wcześniej był uprawiany rzepak. W uprawie łubinu w związku z brakiem dostępnych środków chwastobójczych samosiewy rzepaku są trudne do zwalczenia, silnie konkurują z łubinem (fot. 7).

Bylica pospolita – *Artemisia vulgaris* L. wystepuje bliżej skrajów pól, znaczenie wzrasta w warunkach uproszczonej uprawy, szkodliwość polega na szybkim rozwoju dużej biomasy części nadziemnej i systemu korzeniowego konkurując z roślinami łubinu, utrudnia zbiór.

Farbownik (krzywoszyj) polny – *Anchusa arvensis* (L.) M. Bieb. (wcześniejsza, bardziej znana w praktyce nazwa: krzywoszyj polny – *Lycopsis arvensis* L.) jego szkodliwość polega na silnym konkurowaniu z roślinami łubinu, jak również jest żywicielem pośrednim rdzy brunatnej żyta (*Puccinia dispersa*), zanieczyszcza plon swoimi owockami – orzeszkami.

Mak polny – *Papaver rhoeas* L. wytwarzając dużą biomasę konkuruje z roślinami łubinu.

Przytulia czepna – *Galium aparine* L. gatunek azotolubny, częściej występujący w płodozmianach zbożowych, szkodliwość polega na: konkurowaniu z roślinami łubinu, utrudnianiu zbioru i zanieczyszczaniu plonu swoimi owockami.

Gatunki takie jak: **dymnica pospolita – *Fumaria officinalis* L.** i **iglica pospolita – *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.** wytwarzają stosunkowo dużą biomasę, znaczenie ich wzrasta, gdy występują w większej liczebności.

Z chwastów jednoliściennych największe znaczenie mają:

Perz właściwy – *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. silnie konkuruje z roślinami łubinu, najczęściej rozprzestrzeniany przez licznie tworzone podziemne kłącza, rozprzestrzenianie przez nasiona ma mniejsze znaczenie.

Chwastnica jednostronna – *Echinochloa crus–galli* (L.) P. Beauv., chwast ciepłolubny, częściej występuje w warunkach opóźnionych lub przerzedzonych zasie-

wów, szkodliwość wynika z dużej zdolności rozmnożeniowej prowadzacej do kompensacji tego gatunku w płodozmianach opartych na dużej ilości upraw jarych.

Szkodliwość innych gatunków chwastów jest duża, gdy występują w większej liczebności między innymi: **bodziszki (*Geranium* spp.), fiołki (*Viola* spp.), gwiazdnica pospolita (*Stellaria media* (L.) Vill.), jasnoty (*Lamium* spp.), przetaczniki (*Veronika* spp.), tasznik pospolity (*Capsella bursa–pastoris* (L.) Medik.), tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.).**

4.2. Niechemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Występowanie chwastów i związane z nimi ryzyko zachwaszczenia uzależnione jest od warunków siedliska i rytmu rozwoju rośliny uprawnej. Roślinność segetalna, jako stały element agrofitocenozy, doskonale wykorzystuje warunki siedliska. Zapobieganie niekorzystnym skutkom zachwaszczenia można osiągnąć przez integrację różnych metod regulacj zachwaszczenia (Sanyal i wsp. 2008; Melander i wsp. 2005; Adamczewski i Dobrzański 1997; Dobrzański i Adamczewski 1996). W celu efektywnego regulowania zachwaszczenia ważne jest rozpoznanie problematyki zachwaszczenia danego siedliska. Często skuteczniejszym sposobem jest ustalenie przyczyny zachwaszczenia i jej eliminacja niż przeciwdziałanie jej skutkom (Krawczyk 2007). Na przykład licznie występujące chwasty tego samego gatunku (efekt kompensacji) może być przyczyną uproszczeń agrotechnicznych lub płodozmianowych. Występowanie licznych samosiewów rzepaku, świadczy o zbyt krótkiej przerwie w zmianowaniu lub nadmiernym osypywaniu nasion rzepaku podczas jego zbioru. Zwalczanie samosiewów rzepaku w łubinie jest obecnie trudne ze względu na brak skutecznych herbicydów do ich zwalczania w tej uprawie.

Niechemiczne metody odchwaszczania powinny być oparte na działaniach profilaktycznych oraz bezpośrednich metodach ograniczających zachwaszczenie. Głównym źródłem zachwaszczenia jest glebowy bank diaspor chwastów (nasiona, kłącza, rozłogi, bulwy, cebulki). Działania odchwaszczające powinny być ukierunkowane na zmniejszenie glebowego banku diaspor chwastów przez różne rodzaje interwencji, we wszystkich możliwych fazach rozwojowych chwastów, gdzie ostateczny wynik prowadzi w kierunku systematycznego deficytu glebowego banku diaspor. Według Mengensa, (1987) w celu utrzymania statycznego poziomu banku diaspor w glebie, efektywność zwalczania chwastów powinna być na poziomie 99,95%. Według Rassmussen (1993) zwalczenie do poziomu 85% jest wystarczające, aby nie zwiększać glebowego banku diaspor.

Ograniczenie dostępu światła podczas zabiegów uprawowych skutkuje spowolnieniem wschodów chwastów, jak również zmniejsza poziom zachwaszczenie pierwotnego, czyli występującego w początkowych fazach wzrostu roślin uprawnych, kiedy konkurencja chwastów o zasoby siedliska stanowi największe zagrożenie (Dobrzański 2011).

Podstawą niechemicznej regulacji zachwaszczenia jest zmianowanie roślin. W celu uzyskania wyrównanych wschodów w optymalnej obsadzie należy stosować zdrowy, dobrej jakości materiał siewny. Nasiona wysiewać w zalecanych ilościach, terminach i optymalnej głębokości siewu. Materiał siewny powinien być wolny od nasion chwastów.

Bardzo ważne jest optymalne ustalenie normy siewu, dostosowane do wymagań odmiany oraz stanowiska – zmniejsza ryzyko zachwaszczenia wtórnego.

Bezpośrednie metody ograniczające zachwaszczenie polegają na zwalczaniu chwastów w zespole uprawek pożniwnych po zbiorze rośliny przedplonowej (jeżeli nie jest wysiewany poplon). W tym okresie w szczególności należy zwalczać gatunki chwastów wieloletnich rozmnażających się przez podziemne rozłogi lub kłączach, jak np.: mlecze – *Sonchus* spp., ostrożenie – *Cirsum* spp., powój polny – *Convolvulus* arvensis, szczawie – *Rumex* spp., gdyż zwalczanie ich w okresie wegetacji łubinie jest bardzo ograniczone lub niemożliwe.

Łubin cechuje typ kiełkowania epigeicznego, w którym łodyżka podliścieniowa zarodka (hipokotyl) wydłużając się wynosi liścienie ponad powierzchnię gleby – jest to okres wysokiej wrażliwości na mechaniczne uszkodzenia. Dlatego mechaniczne odchwaszczanie z użyciem brony jest możliwe bezpośrednio po siewie (BBCH 01–03) lub po wschodach łubinu od fazy 3–4 liści łubinu (BBCH 23). Łubin, w porównaniu do innych upraw, jak np. zboża, jest mniej tolerancyjny względem mechanicznego odchwaszczania z użyciem brony. Jest również wrażliwy na zachwaszczenie i w określonych okolicznościach skutki uboczne powschodowego bronowania mogą być zrównoważone lub przewyższyć negatywne efekty zachwaszczenia (Jensen i wsp. 2004). Podczas bronowania należy uważać, aby nie uszkodzić lub nie wyrwać roślin łubinu. Prędkość jazdy (większa prędkość skutkuje większą intensywnością działania) oraz rodzaj brony i jej ustawienia robocze (gdy jest taka możliwość) należy dostosować do warunków siedliska oraz fazy rozwoju łubinu. W celu zmniejszenia ubocznych skutków bronowania zabieg najlepiej przeprowadzić w warunkach sprzyjających mniejszemu turgorowi (jędrności) roślin. Zabieg bronowania najlepiej wykonać w godzinach popołudniowych, gdy wierzchnia warstwa gleby jest sucha. Najbardziej wrażliwe na bronowanie są chwasty w fazie siewek. Bronowanie na glebie wilgotnej przynosi słabszy efekt chwastobójczy. Bronowanie na powierzchni nierównej lub zbrylonej skutkuje wzrostem uszkodzeń łubinu.

Odchwaszczanie z zastosowaniem opielacza wymaga siewu w większym odstępie rzędów (25–30 cm). Stosowanie większej rozstawy między rzędami skutkuje zmniejszeniem plonu w następstwie mniejszej obsady łubinu. Nie zaleca się nadmiernego zagęszczenie roślin w rzędzie, gdyż ma to wpływ na wzrost zielonej masy kosztem plonu nasion oraz wydłużonym i nierównomiernym dojrzewaniem, opóźniając termin zbioru.

Fot. 1. Siewka komosy w łubinie

Fot. 2. Zachwaszczenie komosą

Fot. 3. Siewka rdestówki powojowatej

Fot. 4. Zachwaszczenie rdestówką powojowatą

Fot. 5. Siewka – chaber bławatek

Fot. 6. Zachwaszczenie chabrem bławatkiem w łubinie żółtym

Fot. 7. Samosiewy rzepaku w łubinie

Fot. 8. Ogólne zachwaszczenie łubinu w fazie wydłużania pędu (BBCH 33–37)

4.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości chwastów

Główną przyczyną zachwaszczenia jest glebowy bank diaspor chwastów (nasiona, kłącza, rozłogi, bulwy, cebulki). Historia zachwaszczenia pól upraw przedplonowych jest pomocna w ustaleniu decyzji w zakresie stosowania zabiegów odchwaszczających. Nie ma opracowanych progów szkodliwości w odniesieniu do chwastów w łubinie. W początkowym okresie rozwoju należy dążyć do utrzymania plantacji wolnej od chwastów, gdyż wówczas występuje największe zagrożenie zachwaszczeniem. Najczęściej występuje kilka gatunków chwastów w różnym nasileniu, które nie zwalczone w początkowym okresie rozwoju, mają istotny wpływ na ilość i jakość plonu łubinu (fot. 8). Szkodliwość zachwaszczenia jest zależna od występujących warunków glebowych i termiczno–wilgotnościowe siedliska oraz biologii i rytmów rozwoju chwastów oraz rośliny uprawnej. Okres krytycznej wrażliwości na zachwaszczenie występuje w początkowym okresie wzrostu: od fazy kiełkowania (BBCH 01) do końca fazy rozwoju rozety (BBCH 29). Konkurencyjność roślin łubinu względem chwastów wzrasta od fazy wydłużania pędu (BBCH 31). Najkrótszym okresem krytycznej wrażliwości na zachwaszczenie charakteryzuje się łubin wąskolistny, najdłuższym łubin żółty w związku z najdłuższym okresem formowania rozety liściowej. Ryzyko wtórnego zachwaszczenia jest większe w łubinie wąskolistnym, co związane jest z pokrojem łanu w końcowym okresie wegetacji tego gatunku, dlatego wymaga większej precyzji zabiegów odchwaszczających w początkowym okresie rozwoju.

4.4. Chemiczne metody regulacji zachwaszczenia

Do odchwaszczania łubinu mało jest dostępnych środków chwastobójczych. Herbicydy są stosowane bezpośrednio po siewie lub nalistnie po wschodach łubinu. W grudniu 2012 roku do zwalczania chwastów dwuliściennych zarejestrowane były środki chwastobójcze zawierające substancję czynną (s.cz.) linuron. Herbicydy te stosuje się bezpośrednio po siewie. Wrażliwe gatunki chwastów to: gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, komosa biała, kurzyślad polny, pokrzywa żegawka, poziewnik szorstki, rdest ptasi, rdest szczawiolistny, rzodkiew świrzepa, sporek polny, starzec zwyczajny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa. Średnią wrażliwością na tę substancję wykazują gatunki: fiołki, przetaczniki, psianka czarna, rdestówka powojowata, rumianek pospolity, wilczomlecz obrotny. Odpornymi są: dymnica pospolita, ostrożeń polny, powój polny, przytulia czepna, rumian polny. Skuteczność herbicydów stosowanych bezpośrednio po siewie w dużym stopniu zależna jest od układu warunków termiczno–wilgotnościowych w okresie wiosennym. W licznych pracach badawczych s.cz. linuron była stosowana do standardowego odchwaszczania upraw łubinu (Mystek i Szukały 1997; Podleśny 2007; Prusiński i Borowska

2002). Po wschodach łubinu zarejestrowane były środki selektywnie zwalczające roślinność jednoliścienną, tak zwane graminicydy. W grudniu 2012 roku w łubinie zalecana była jedna substancja czynna: chizalofop–P etylu. Zalecana jest do zwalczania jednorocznych roślin jednoliściennych takich, jak: chwastnica jednostronna, włośnice, owies głuchy oraz inne gatunki jednoliścienne po ich wschodach, a z gatunków wieloletnich perz właściwy. Do desykacji plantacji silnie zachwaszczone przed zbiorem, w grudniu 2012 roku, zalecane były środki zawierające jon dikwatu. Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z aktualnymi zaleceniami. Informacji na temat wyboru właściwej techniki zabiegu dostarcza etykieta środka ochrony roślin.

W latach 60-tych ubiegłego stulecia do odchwaszczania stosowano substancję czynną: symazyna, a w latach 70-tych również s.cz. linuron i monolinuron. W latach 80 .XX wieku do odchwaszczania wprowadzono s.cz. cyanazynę oraz s.cz. pendimetalinę. Zaczęto również stosować graminicyd zawierający s.cz. fluazifop-P-butylu oraz desykację stosując s.cz.: jon dikwatu lub dimetipin. W latach 90. XX wieku środków chwastobójczych zalecanych do odchwaszczania łubinu było najwięcej. Do zwalczania chwastów dwuliściennych po siewie łubinu stosowano wówczas s.cz: cyanazynę, linuron, metamitron (również powschodowo), metrybuzynę, symazynę oraz (terbutruna + terbutyloazyna). Tylko w łubinie żółtym i białym s.cz. chlomazon, a wyłącznie w łubinie żółtym s.cz. pendimetalina. W tamtym okresie chwasty jednoliścienne były zwalczane s.cz.: chizalofop-P-etylowy, chizalofop-P-tefurylu, cykloksydym, fenoxaprop-P-butylowy, fluazyfop-P--butylowy, haloksyfop-R, setoksydim (Zalecenia IOR 1998). Część z tych substancji czynnych została wycofana.

Przed wprowadzeniem herbicydów do odchwaszczani łubinu zwalczanie chwastów oparte było na bronowaniu zasiewów, mechanicznym lub ręcznym pieleniu. Wprowadzenie herbicydów umożliwiło uprawę tej rośliny na większych powierzchniach oraz znaczący wzrost plonów. W badaniach Skrzypczaka i Woźnicy (1986) skuteczność herbicydów stosowanych w łubinie żółtym była wyższa od mechanicznego pielenia. Autorzy uzyskali redukcję biomasy chwastów o 59% przy mechanicznym pieleniu, a przy użyciu herbicydów zawierających substancję czynną: linuron, metrybuzynę lub symazynę od 73% do 91%, uzyskując przyrost plonu od 55% do 78%, a w warunkach mechanicznego pielenia 21% względem kontroli bez odchwaszczania. Efekt mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych był krótkotrwały, nie zapewniający utrzymanie plantacji wolnej od chwastów do czasu zbioru (Skrzypczaka i Woźnicy 1986).

W badaniach Adamczewskiego i wsp. (1986) łubin biały i łubin żółty wykazał wyższą selektywność względem herbicydów, niż łubin wąskolistny. W tych badaniach, autorzy odnotowali najniższe zachwaszczeniu wtórne w łubinie białym, a najwyższe w łubinie wąskolistnym. W badaniach Adomas i Piotrowicz--Cieślak (2007) w nasionach łubinu żółtego i wąskolistnego nie stwierdzono

pozostałości (poniżej granicy oznaczalności) substancji czynnych herbicydów (cyanazyna, pendimetalina, terbutruna + terbutyloazyna) stosowanych bezpośrednio po siewie.

Niedostatek środków chwastobójczych jest jedną z ważniejszych przyczyn ograniczających plonowanie łubinu (Bieniaszewski 2001). Wąski zakres środków chwastobójczych do odchwaszczania upraw zwiększa ryzyko mniejszej skuteczności tych zabiegów, a w skrajnych sytuacjach może prowadzić do odporności. Istnieje potrzeba poszukiwania nowych substancji czynnych, które można stosować do odchwaszczania łubinu. Na przykład s.cz. dimetenamid-P w badaniach Jakubiak i Adamczewskiego (2006) oraz Kierzka (2006) była selektywna dla roślin łubinu wąskolistnego. Autorzy badań odnotowali wysoką efektywność odchwaszczania względem uciążliwych gatunków chwastów dwuliściennych między innymi takich, jak: komosa biała i rdestówka powojowata.

Rozwiązanie problematyki zachwaszczania upraw łubinu wymaga dalszych rozszerzonych badań w tym zakresie.

V. OGRANICZANIE SPRAWCÓW CHORÓB

Joanna Horoszkiewicz-Janka, Marek Korbas, Ewa Jajor

5.1. Najważniejsze choroby

Łubin, podobnie jak inne rośliny uprawne narażone są na porażenie przez grzyby chorobotwórcze, które mogą powodować straty w plonie oraz jego jakości. Korzenie, liścienie, łodyga, strąki oraz nasiona mogą być porażone przez sprawców chorób. W niniejszym opracowaniu umieszczono charakterystyki występowania oraz znaczenie dla poszczególnych gatunków łubinu, 14 sprawców chorób takich, jak: antraknoza łubinu, brunatna plamistość liści łubinu, brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu), czarna zgnilizna korzeni, fuzaryjna zgorzel łubinu, mączniak prawdziwy motylkowatych, mączniak rzekomy, rdza łubinu, szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu), szara pleśń, więdnięcie fuzaryjne łubinu, zgnilizna twardzikowa, zgnilizna korzeni łubinu i zgorzele siewek (Fiedorow i wsp. 2008; Horoszkiewicz–Janka i wsp. 2012; Korbas i Horoszkiewicz–Janka 2012; Thomas i wsp.).

Część z opisanych chorób występuje tylko lokalnie na terenie kraju, niektóre mają znaczenie w konkretnych gatunkach, ale kilka z wymienionych powyżej chorób, w latach epidemii może powodować znaczne straty. Do chorób, których silne wystąpienie może powodować duże straty w plonie, należą: fuzaryjne więdnięcie łubinu, szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu) i antraknoza łubinu. Pierwsze dwie z wymienionych są najbardziej niebezpieczne w uprawie łubinu wąskolistnego, natomiast antraknoza powoduje duże straty gospodarcze, najczęściej w uprawie łubinu żółtego. Średnie szkody spowodowane występowaniem chorób w uprawie łubinu szacuje się średnio na około 10–15%. Jednak lokalnie, przy epidemicznym wystąpieniu danego sprawcy choroby, straty mogą wynosić nawet 90%. Obecność chorób w poszczególnych latach uzależnione jest od wielu czynników takich, jak: przebieg pogody, rejon uprawy, faza rozwojowa, odmiana, płodozmian, sposób uprawy, zastosowanej ochrony w trakcie wegetacji oraz zdrowotność nasion użytych do siewu. Cześć z tych czynników, które można modyfikować, są ważnymi elementami integrowanej ochrony łubinu przed sprawcami chorób. Znaczenie poszczególnych chorób w uprawie łubinu przedstawiono w tabeli 8. Podatność na niektóre choroby różni się w zależności od gatunku łubinu.

Dla poszczególnych chorób łubinu w tabeli 9 zestawiono źródła infekcji oraz sprzyjające ich rozwojowi warunki pogodowe, tj.: zakres temperatur oraz wilgotność. Ich znajomość może być pomocna np. w zapobieganiu wystąpieniu danej choroby poprzez uniknięcie wysiewu zainfekowanych nasion w następnym sezonie. Identyfikacja i ograniczanie chorób jest jednym z najważniejszych elementów integrowanej ochrony roślin, a tym samym w zwiększaniu produkcji łubinu.

Tabela 8. Znaczenie gospodarcze wybranych chorób łubinu w Polsce

Choroba	Sprawca (y)	Znaczenie		
		łubin żółty	łubin wąskolistny	łubin biały
Antraknoza łubinu	*Glomerella cingulata* st. kon. *Coletotrichum lupini*	+++	++	++
Brunatna plamistość liści łubinu	*Pleiocheta setosa*	+	+	++
Brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu)	*Diaporthe woodi* st. kon. *Phomopsis leptostromiformis*	+	+	+
Czarna zgnilizna korzeni	*Chalara elegant* syn. *Thielaviopsis basicola*	+	+	+
Fuzaryjna zgorzel łubinu	*Nectria haematococca* var. *brevicona* st. kon. *Fusarium solani* *Giberella aveancea* st. kon. *Fusarium avenaceum*	++	++	+++
Mączniak prawdziwy motylkowatych	*Erysiphe trifolii* syn. *Erysiphe martii*	++	++	++
Mączniak rzekomy	*Peronospora trifoliorum*	+	+	+
Rdza łubinu	*Uromyces lupinicola*	++	+	+
Szara plamistość liści łubinu (Opadzina liści łubinu)	*Pleospora herbarum* st. kon. *Stemphylium botryosum*	+	+++	+
Szara pleśń	*Botrytis cinerea*	++	++	++
Więdnięcie fuzaryjne łubinu	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lupini*	++	+++	+
Zgnilizna twardzikowa	*Sclerotinia sclerotiorum*	+	++	+
Zgnilizna korzeni łubinu	*Rhizoctonia solani*	+	+	+
Zgorzel siewek	różne gatunki grzybów (np. z rodzaju: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Colletotrichum*, *Pythium*)	++	++	++

+++ choroba bardzo ważna; ++ choroba ważna; + choroba o znaczeniu lokalnym

Tabela 9. Najważniejsze źródła infekcji chorób oraz sprzyjające warunki dla rozwoju ich sprawców

Choroba	Źródła infekcji	Sprzyjające warunki dla rozwoju	
		temperatura	wilgotność gleby i powietrza
1	2	3	4
Antraknoza łubinu	nasiona pochodzące z porażonych strąków, resztki pożniwne, zarodniki konidialne z powietrza	20–25°C	wysoka wilgotność powietrza (powyżej 80%), duża ilość opadów, wilgotna gleba
Brunatna plamistość liści łubinu	porażone nasiona, resztki porażonych roślin w glebie, łubin wieloletni, zarodniki konidialne z powietrza	temperatura poniżej 15°C	duża ilość opadów, wysoka wilgotność względna powietrza
Brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu)	resztki pożniwne	powyżej 20°C	niska wilgotność gleby, okresowa susza
Czarna zgnilizna korzeni	resztki pożniwne	powyżej 20°C	niska wilgotność gleby, okresowa susza
Fuzaryjna zgorzel łubinu	resztki pożniwne, zarodniki konidialne, grzybnia w glebie, porażone nasiona	5–25°C (szeroki przedział temperatur)	ze względu na kilku sprawców choroby zróżnicowane warunki glebowe, gleba z deficytem wody lub wilgotna
Mączniak prawdziwy motylkowatych	powietrze z zarodnikami, samosiewy	17–25°C	niska wilgotność
Mączniak rzekomy	nasiona, resztki pożniwne, samosiewy	10–20°C	wysoka (szczególnie w początkowych fazach wzrostu)
Rdza łubinu	resztki pożniwne, samosiewy	20–25°C	wysoka wilgotność
Szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu)	resztki porażonych roślin w glebie, nasiona, zarodniki konidialne wytworzone na koniczynie lub lucernie	wilgotne i ciepłe lato, 20–25°C (optimum 22–24°C)	obfite deszcze, okresowe susze
Szara pleśń	resztki pożniwne, nasiona	wilgotne i ciepłe lato, 20–25°C	deszczowa pogoda i uszkodzenia roślin (np. gradobicie)

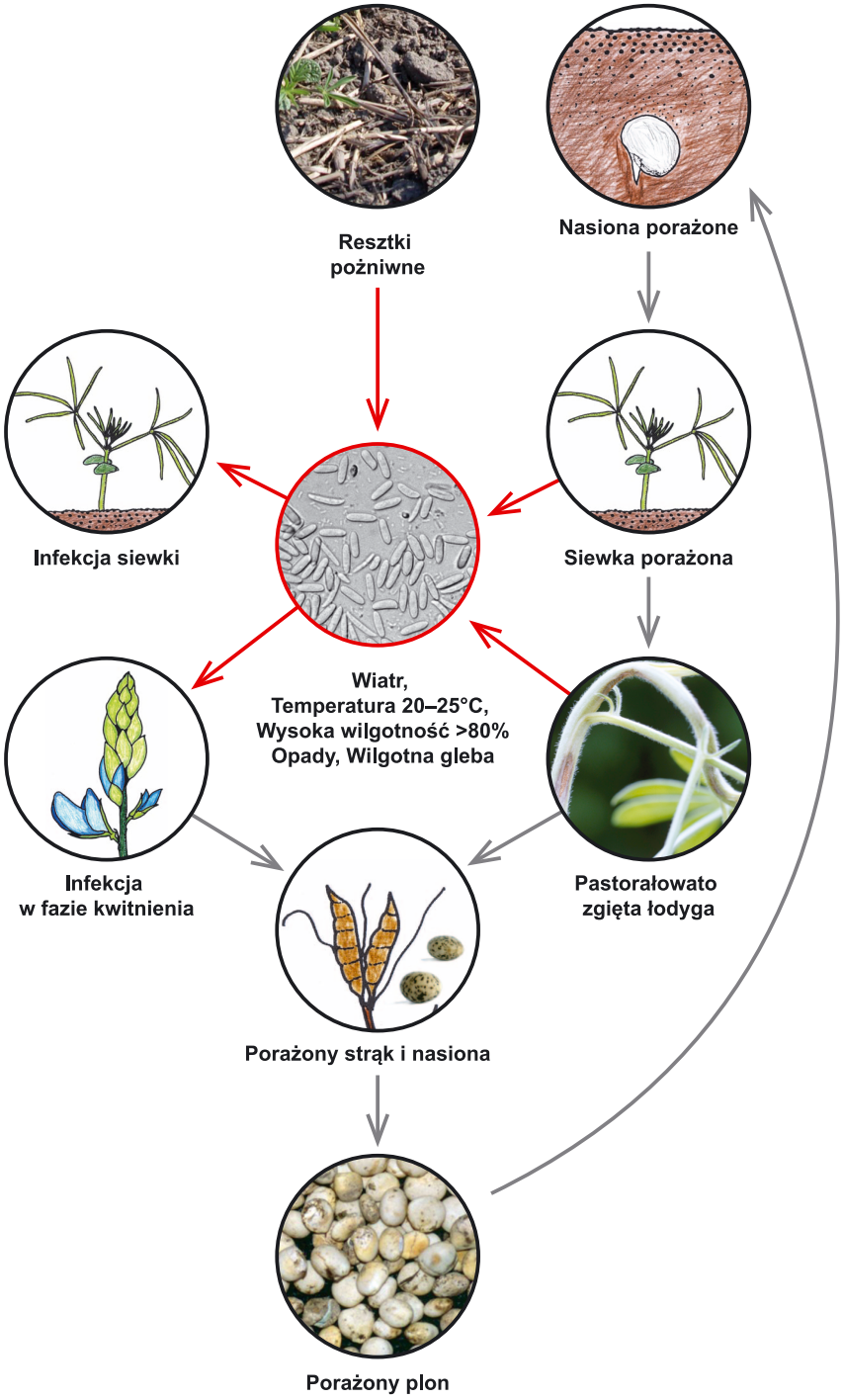
1	2	3	4
Więdnięcie fuzaryjne łubinu	nasiona, grzybnia w glebie, resztki pożniwne	wysoka temperatura (optimum 28°C)	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Zgnilizna korzeni łubinu	resztki pożniwne, przetrwalniki w glebie	20–25°C	niska wilgotność powietrza i gleby
Zgnilizna twardzikowa	przetrwalniki w glebie, przetrwalniki zanieczyszczające materiał siewny	15–25°C	wysoka wilgotność powietrza i gleby
Zgorzel siewek	resztki pożniwne, grzybnia w glebie, nasiona	niższe temperatury	wysoka wilgotność gleby

W integrowanej ochronie łubinu bardzo istotna jest znajomość objawów chorób oraz znajomość źródeł pierwotnych infekcji, czyli miejsc w których bytuje patogen i z których dokonuje porażenia oraz orientacyjnych warunków sprzyjających rozwojowi poszczególnych sprawców chorób (tab. 9). Właściwa diagnoza choroby jest niezbędnym krokiem w integrowanej ochronie roślin.

Znajomość objawów występowania sprawców chorób w znaczny sposób ułatwi określenie zagrożenia i będzie pomocne przy podejmowaniu decyzji o zwalczaniu sprawców chorób. Prawidłowo wykonana lustracja polowa oraz właściwe rozpoznanie pozwala na podjęcie decyzji o potrzebie wykonania zabiegu lub z jego rezygnacji. W podrozdziale 5.2. „Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób łubinu" przedstawiono opisy poszczególnych chorób oraz wskazówki dotyczące możliwości pomyłki z inną chorobą. Jest to ważne, kiedy trzeba zastosować chemiczne zwalczanie chorób przy użyciu fungicydów, aby zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin i Dobrej Praktyki Ochrony Roślin zastosować odpowiedni fungicyd, który w zakresie zwalczanych chorób ma wpisaną chorobę, którą chcemy zwalczyć.

5.2. Cechy diagnostyczne najważniejszych chorób łubinu

Antraknoza łubinu – *Glomerella cingulata,* st. kon. ***Coletotrichum lupini*** objawy porażenia mogą występować na wszystkich nadziemnych częściach roślin; sprawca choroby najpierw zakaża młode organy kiełkujących nasion; wczesna infekcja może powodować przedwschodową i powschodową zgorzel siewek; choroba występująca na starszych roślinach jest następstwem infekcji wtórnej powodowanej przez zarodniki konidialne grzyba, które z wiatrem i deszczem mogą rozprzestrzeniać się na znaczne odległości; najbardziej charakterystycznym objawem choroby jest więdnięcie wierzchołków pędów porażonych roślin oraz pastorałowate skręcanie się łodyg, co jest wynikiem zamierania tkanek; w jednym lub kilku miejscach na łodydze widoczne są małe plamy o brązowołososiowej barwie; na polu obserwuje się charakterystyczne gniazda porażonych roślin; je-



Rys. 1. Cykl rozwojowy antraknozy łubinu (*Colletotrichum lupini*)

śli infekcja wystąpiła później, np. w fazie zawiązywania lub wykształcania strąków, objawy choroby widoczne są również na strąkach; są to okrągłe, łososiowe plamy z brunatną obwódką i licznymi zarodnikami konidialnymi; w warunkach atmosferycznych sprzyjających rozwojowi choroby grzyb przerasta tkanki strąka i zakaża nasiona; silne porażenie nasion prowadzi do ich zdrobnienia, zniekształcenia i przebarwienia; przy silnym porażeniu strąki pozbawione są nasion. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: fuzaryjne więdniecie w górnej części pędów, brunatna plamistość łodyg łubinu.

Brunatna plamistość liści łubinu – ***Pleiocheta setosa*** objawy choroby występują na liściach i łodygach w postaci nieregularnych, brunatnych plam; najwięcej plam znajduje się przy brzegach liści, ich średnica wynosi ok. 1 cm; silnie porażone listki więdną i opadają; objawy choroby na strąkach są w postaci dużych, często zlewających się ze sobą plam o barwie brunantej, niekiedy zagłębione i pokryte czarnym, aksamitnym nalotem; nasiona w strąkach są źle rozwinięte, pomarszczone i pokryte brunatnymi plamami; plamy na liściach łubinu wąskolistnego mają barwę brunatno–fioletową i średnicę zbliżoną do szerokości liścia; porażone liście brunatnieją i zasychają Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu).

Brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu) – ***Diaporthe woodi*** st. kon. ***Phomopsis leptostromiformis*** pierwsze objawy w postaci białawych plamek o średnicy 0,5 mm, które po kilku dniach powiększają się do średnicy ok. 3–4 mm, występują na dolnych częściach łodyg; na łodygach młodych plamy się lekko zagłębiają; w miarę rozwoju choroby plamy się wydłużają i często osiągają więcej niż połowę długości łodygi i obejmują większą część jej obwodu; w środku plam powstają szare lub ciemnobrunatne wzniesienia o średnicy ok. 0,3–2 mm, które stanowią stromatyczne twory grzyba zawierające piknidia (owocniki) z zarodnikami konidialnymi; następnie grzyb przerasta do tkanek przewodzących w wyniku czego następuje więdnięcie, zamieranie i zasychanie roślin; najszybciej zamierają młode rośliny, które zostały porażone przed kwitnieniem; w przypadku porażenia roślin starszych następuje zniżka plonu. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą*:* antraknoza, fuzaryjna zgorzel łubinu, zgnilizna twardzikowa.

Czarna zgnilizna korzeni – ***Chalara elegant*** syn. ***Thielaviopsis basicol*** nekrozy na korzeniach o barwie brunatno–czarnej, przy silnym porażeniu cały system korzeniowy ulega poczernieniu, a nad korzeniową część łodygi na całym obwodzie ma barwę czarną, rośliny więdną i zamierają. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: fuzaryjna zgorzel łubinu.

Fuzaryjna zgorzel łubinu – ***Nectria haematococca* var. *brevicona*** st. kon. ***Fusarium solani, Giberella aveancea,*** st. kon. ***Fusarium avenaceum*** porażona łodyga brunatnieje i gnije, po wyrwaniu rośliny korzenie zostają w glebie, w dolnej części łodygi występuje przy wysokiej wilgotności różowy nalot grzybni i zarod-

ników konidialnych. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: czarna zgnilizna korzeni.

Mączniak prawdziwy motylkowatych – ***Erysiphe trifolii*** syn. ***Erysiphe martii*** białe, puszyste, owalne skupiska grzyba na liściach na górnej stronie liści oraz czasami na łodygach. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: mączniak rzekomy.

Mączniak rzekomy – ***Peronospora trifoliorum*** na liściach i liścieniach występują jasnozielone (mozaikowate) przebarwienia, na dolnej stronie porażonych części roślin obserwuje się struktury sprawcy choroby. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: mączniak prawdziwy motylkowatych, szara pleśń

Rdza łubinu – ***Uromyces lupinicola*** w lecie na górnej stronie liści łubinu, na okrągłych brunatnych plamach rozwijają się pojedynczo lub w grupach cynamonowo-brunatne pylące skupienia zarodników, nieco później również na dolnej stronie liści wytwarzane są ciemnobrunatne skupienia zarodników; silniejsze wystąpienia rdzy prowadzi do przedwczesnego zamierania, zasychania i opadania liści. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: brunatna plamistość liści, szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu).

Szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu) – ***Pleospora herbarum*** st. kon. ***Stemphylium botryosum*** porażeniu ulegają liście i strąki, niekiedy łodygi, w pewnym stopniu nasiona oraz wyrastające z nich siewki; objawy najczęściej na liściach pojawiają się w lipcu, począwszy od dolnych liści pojawiają się plamy o średnicy 2–6 mm, okrągłe, najpierw jasne i wodniste, później przebarwiające się na kolor szaroniebieski lub szarobrunatny z ciemniejszym obrzeżeniem (fot. 11); wystąpienie 2–3 plamek na liściu powoduje jego odpadanie; opadające listki są zielone choć przywiędnięte; ogonki liściowe zostają najczęściej przy łodydze; plamy na łodygach i strąkach są okrągłe o średnicy 1–3 mm początkowo czerwonobrunatne, później ciemnieją; łodygi są zbrunatniałe i pogięte, a strąki przeważnie sczerniałe i puste (za wyjątkiem strąków najstarszych na pędzie głównym); wykształcone nasiona są drobne i pomarszczone; cześć roślin zamiera przedwcześnie; siewki wyrosłe z porażonych nasion są karłowate, pogięte, mają zbrunatniałą i przewężoną łodygę. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: więdnięcie fuzaryjne łubinu.

Szara pleśń – ***Pleospora herbarum*** st. kon. ***Stemphylium botryosum*** brunatne plamy na liścieniach i łodyżkach siewek; porażone siewki zamierają; brunatne podłużne plamy, często pokryte puszystym nalotem trzonków i zarodników konidialnych o szarym zabarwieniu na łodygach, kwiatostanach, łuszczynach; porażone tkanki ulegają nekrozie, co może powodować łamanie, więdnięcie i zamieranie rośliny. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: mączniak rzekomy w początkowych fazach rozwojowych roślin.

Więdnięcie fuzaryjne łubinu – ***Fusarium oxysporum* f. sp. *lupini*** w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków rośliny więdną; na łodygach pojawiają się bru-

natne, najczęściej podłużne plamy, a na ich powierzchni w czasie wilgotnej pogody widoczny jest nalot grzybni z zarodnikami; przy silnym porażeniu rośliny placowo zamierają i łatwo można je wyciągnąć z gleby i nie wydają plonu. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu), zgnilizna twardzikowa.

Zgnilizna korzeni łubinu – *Rhizoctonia solani* porażone rośliny są opóźnione we wzroście, żółkną, więdną i zasychają; u łubinu wąskolistnego liście często czerwienieją i opadają; młode, porażone rośliny, u których łodygi jeszcze nie zdrewniały mogą zamierać w bardzo krótkim czasie; korzenie gniją i po wyrwaniu rośliny zostają w ziemi; zgnilizna przenosi się również na dolne części łodyg, na których widoczny jest biały nalot na całym obwodzie łodygi u jej podstawy. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu).

Zgnilizna twardzikowa – *Sclerotinia sclerotiorum* zgnilizna dolnej części łodyg lub wyższych jej partii objawia się tym, że w porażonych miejscach pojawia się grzybnia barwy białej, niekiedy wokół plamy powstaje obwódka i pokrywa się watowatym nalotem grzybni; wnętrze łodygi wypełnione jest watowatą grzybnią, w której tworzą się czarne, nieregularnego kształtu sklerocja; grzybnia i sklerocja mogą występować również na powierzchni łodyg; łodygi pękają i łamią się; liście zasychają i więdną, porażeniu mogą ulegać strąki. Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: szara pleśń, więdnięcie fuzaryjne łubinu.

Zgorzel siewek różne gatunki grzybów między innymi z rodzaju: ***Fusarium* ssp.*, Rhizoctonia* ssp.*, Colletotrichum* ssp.*, Pythium* ssp.** – brunatne plamy na korzeniach, szyjkach korzeniowych i łodyżkach z czasem obejmujące cały ich obwód; powstają charakterystyczne przewężenia; silne porażenie może powodować więdnięcie i zamieranie roślin (fot. 12). Możliwość pomylenia objawów z inną chorobą: szara pleśń i mączniak rzekomy w początkowych fazach rozwojowych.

5.3. Niechemiczne metody ochrony

W zwalczaniu sprawców chorób w integrowanej ochronie w pierwszej kolejności wykorzystywane są wszystkie niechemiczne metody. Dopiero w uzasadnionych przypadkach, gdy metody te okazują się niedostatecznie skuteczne, wykorzystuje się metodę chemiczną do walki z patogenami. Możliwości zastosowania niechemicznych metod ochrony są z wielu względów ograniczone. Jest to wynikiem niedostatecznej ilości badań w tym zakresie w odniesieniu do łubinu. Wymienione w tabeli 4 metody mają charakter zapobiegawczy.

Metoda hodowlana. Ważną rolę w integrowanej ochronie łubinu odgrywa zdrowotność wysiewanego materiału siewnego, ponieważ część chorób porażających łubin przenoszona jest wraz z materiałem siewnym. We wspólnotowym Katalogu Odmian (CCA – Common catalogue of varietes of agricultural plant

species) znajdują się dwie odmiany łubinu: Juno (łubin żółty) oraz Sonet (łubin wąskolistny). Natomiast w Krajowym Rejestrze znajduje się 15 odmian łubinu wąskolistnego charakteryzujących się różnym porażeniem przez sprawców fuzariozy oraz szarej plamistości liści łubinu (opadziny liści łubinu) oraz 8 odmian łubinu żółtego, których stopień porażenia przez choroby fuzaryjne jest zbliżony i waha się od 7,8–8,2 (w skali 9°). Dane te wskazują na możliwości takiego doboru odmiany, który pozwala nam na zmniejszenie występowania, ale tylko wymienionych jednostek chorobowych. Niestety nie ma odmian odpornych na jednoczesne porażenie przez wielu sprawców. Na Liście Odmian oraz na stronie internetowej www.coboru.pl można znaleźć dokładne charakterystyki zarejestrowanych odmian łubinu do uprawy w naszym kraju.

Metoda biologiczna. Obecnie trudno jest wykorzystać tę metodę z powodu braku środków, które dają możliwość zwalczania patogenów występujących w uprawie łubinu. Jedynie stwarzanie optymalnych warunków do wzrostu łubinu w glebie o bogatym życiu mikrobiologicznym może pośrednio przyczyniać się do zmniejszania niebezpieczeństwa porażenia przez grzyby chorobotwórcze. Prowadzone są badania nad przydatnością biologicznych środków w zwalczaniu chorób łubinu, ale rezultaty tych badań nie są wprowadzone w postaci zarejestrowanych środków do stosowania w uprawie łubinu.

Metoda agrotechniczna. Podstawowe znaczenie w metodzie agrotechnicznej stosowanej w uprawie łubinu mają: właściwy wybór przedplonu i stanowiska, staranne przygotowanie roli, optymalne dla danych warunków nawożenie, poprawne oraz terminowe wykonanie siewu do którego używany jest zdrowy, kwalifikowany materiał nasienny oraz prowadzenie odpowiednich prac pielęgnacyjnych. Metoda ta polega na prawidłowym i terminowym wykonywaniu wszystkich czynności związanych z planowaniem i prowadzeniem uprawy łubinu. Ważną rolę w integrowanej ochronie łubinu odgrywa zdrowotność wysiewanego materiału siewnego, ponieważ część chorób porażających łubin przenoszona jest wraz z materiałem siewnym tak, jak np.: antraknoza łubinu, fuzaryjna zgorzel łubinu, szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu), więdnięcie fuzaryjne łubinu. Zdrowe (wolne od patogenów) nasiona od początku dobrze kiełkują, a prawidłowo rozwijające się rośliny są w mniejszym stopniu porażane przez grzyby chorobotwórcze. Znaczenie też ma częsta wymiana materiału siewnego.

Ogranicza się również występowanie chorób w uprawie łubinu przez racjonalne nawożenie. Rośliny, które są odpowiednio zaopatrzone w makro– i mikroskładniki nie przechodzą dodatkowych stresów związanych z brakiem składników odżywczych. Warunki stresowe wpływać mogą na zwiększenie podatności roślin na porażenie przez sprawców chorób lub szkodniki.

W ograniczaniu chorób przy użyciu metody agrotechnicznej istotne jest także zagęszczenie łanu. Z jednej strony może być ono spowodowane zbyt gęstym siewem, a z drugiej nadmiernym zachwaszczeniem. W związku ze zbytnim zagęsz-

czeniem woda na roślinach utrzymuje się dłużej. Takie warunki sprzyjają rozwojowi kilku chorób występujących na łubinie np. antraknozie łubinu, szarej pleśni, szarej plamistości liści łubinu (opadzina liści łubinu).

W zmianowaniu unikanie upraw łubinu na sąsiadujących ze sobą polach jest sposobem na zmniejszenie nasilenia chorób. Jest to ważne, przede wszystkim w ograniczaniu chorób, których zarodniki przemieszczają się z masami powietrza na znaczne odległości. Dotyczy to zwłaszcza antraknozy łubinu i brunatnej plamistości liści. W przypadku szarej plamistości liści (opadziny liści łubinu) należy unikać sąsiedztwa koniczyny i lucerny ze względu na możliwość zakażenia.

Ze względu na głęboki i rozbudowany system korzeniowy łubinu, który umożliwia drenaż i rozpulchnienie gleby, a z drugiej strony pozostawione w glebie duże ilości resztek pożniwnych są rezerwuarem dla bytowania wielu grzybów. Dlatego zaleca się odpowiednio długie przerwy w uprawie łubinu, w celu uniknięcia namnożenia zbyt dużej ilości inokulum (zmęczenie gleby), które może spowodować niemożliwość uprawy łubinu na danym stanowisku. Zalecenia odnośnie wykonywania tego typu prac mających na celu zmniejszenie ilości inokulum grzyba w glebie lub „ucieczki przed porażeniem", są opisane w tabeli 10 przy każdej chorobie.

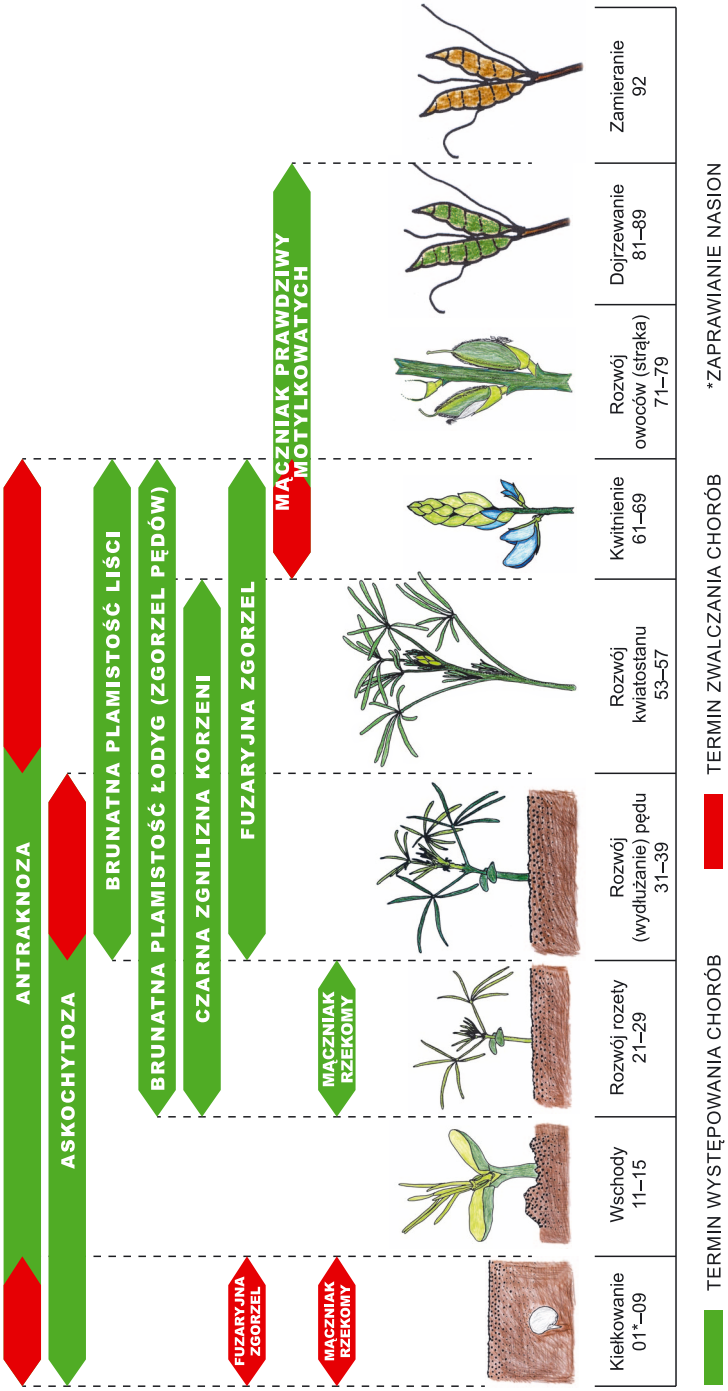
Tabela 10. Najważniejsze niechemiczne metody ograniczania poszczególnych sprawców chorób łubinu

Choroba	**Metody ograniczania**	
	agrotechniczna	**hodowlana**
1	2	3
Antraknoza łubinu	zdrowy materiał siewny; unikanie sąsiedztwa plantacji łubinu	uprawa odmian o zwiększonej odporności
Brunatna plamistość liści łubinu	używanie do siewu zdrowego materiału siewnego; wczesny siew; prawidłowe zmianowanie; prawidłowe nawożenie (P i K)	x
Brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu)	optymalne warunki do rozwoju; odpowiedni płodozmian	x
Czarna zgnilizna korzeni	prawidłowy płodozmian; optymalne warunki glebowe	x
Fuzaryjna zgorzel łubinu	co najmniej 4-letnia przerwa w uprawie; wczesny siew; uprawa odmian odpornych	uprawa odmian o mniejszej podatności
Mączniak prawdziwy motylkowatych	orka; prawidłowy płodozmian; optymalny termin siewu; zrównoważone nawożenie; odpowiednia gęstość siewu	x
Mączniak rzekomy	orka, prawidłowy płodozmian; optymalny termin siewu; zrównoważone nawożenie; racjonalne nawożenie N	x

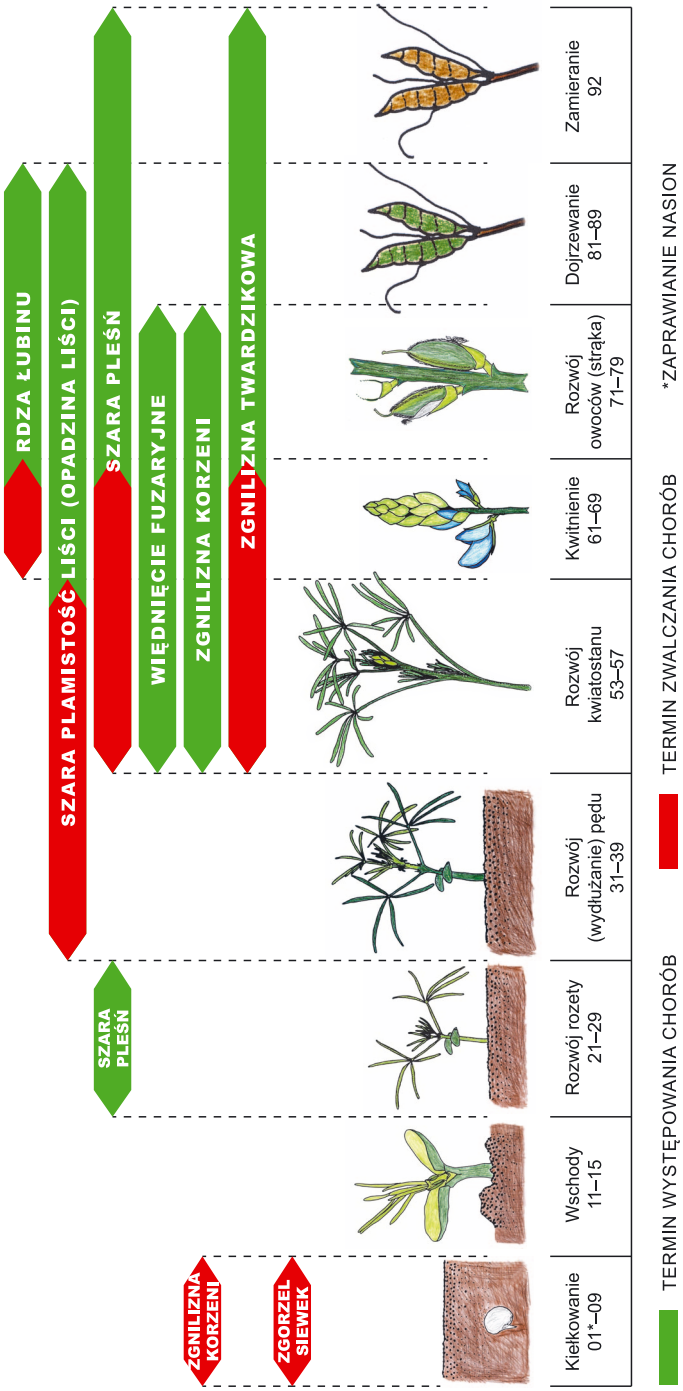
1	2	3
Rdza łubinu	wczesny siew; niszczenie resztek pożniwnych (głęboka orka); niszczenie chwastów	x
Szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu)	wczesny siew zdrowych nasion; prawidłowe nawożenie; przeoranie resztek pożniwnych; unikanie sąsiedztwa łubinu z lucerną i koniczyną; staranna pielęgnacja roślin	x
Szara pleśń	wczesny siew; zrównoważone nawożenie; regulacja zachwaszczenia; zbiór w optymalnym terminie	x
Więdnięcie fuzaryjne łubinu	czteroletnia przerwa w uprawie; wczesny siew łubinu uprawianego na nasiona	uprawa odmian o większej odporności
Zgnilizna korzeni łubinu	zdrowy materiał siewny; wczesny siew łubinu przeznaczonego na nasiona; opóźnianie terminu siewu na zielonkę lub przyoranie	x
Zgnilizna twardzikowa	orka; odpowiedni płodozmian; zrównoważone nawożenie; należy zapobiegać nadmiarowi składników pokarmowych; odpowiednia gęstość siewu; regulacja zachwaszczenia; izolacja przestrzenna od innych upraw roślin podatnych; usuwanie i niszczenie chorych roślin podczas wegetacji	x
Zgorzele siewek	orka; odpowiedni płodozmian, regulacja stosunków w glebie; siew w optymalnym terminie agrotechnicznym; zrównoważone nawożenie; odpowiednia gęstość siewu; regulacja zachwaszczenia	x

5.4. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Aby zabieg przy użyciu fungicydów był uzasadniony wskazane jest wykonanie lustracji polowej. Najlepiej lustracje zdrowotności łubinu wykonywać co około 10 dni, a w okresie kwitnienia należy zwiększyć częstotliwość lustracji, szczególnie gdy jest ciepło i wilgotno. W tym celu idąc po przekątnej pola ocenia się 100 roślin, określając ich wygląd, a następnie zdrowotność. Szczególną uwagę należy zwrócić na pojawienie się placów (gniazd) z roślinami o zahamowanym wzroście. Znajomość objawów choroby pozwala na wczesne wykrycie sprawców w uprawie łubinu i we właściwym czasie można wykorzystać do ich zwalczania dostępną metodę chemiczną. Niestety nie opracowano dotychczas progów szkodliwości w odniesieniu do chorób łubinu, które mogłyby być pomocne w podjęciu decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego. Rysunek 2 graficznie przedstawia termin, w którym mogą występować objawy chorobowe oraz termin ich zwalczania.



Rys. 2a. Występowanie najważniejszych chorób podczas wegetacji łubinu i termin ich zwalczania



Rys. 2b. Występowanie najważniejszych chorób podczas wegetacji łubinu i termin ich zwalczania

Fot. 9. Pierwotne wystąpienie antraknozy pochodzącej z nasion – porażone liścienie

Fot. 10. Grzybnia sprawcy antraknozy obecna na strąku porażone nasiona z prawej strony, z lewej strąk zdrowy

Fot. 11. Liście łubinu z objawami szarej plamistości liści łubinu

Fot. 12. Brunatnienie i zagniwanie korzeni oraz szyki korzeniowej jest wynikiem porażenia przez kompleks grzybów powodujących zgorzele siewek

5.5. Chemiczne metody ochrony

Pierwszym ważnym zabiegiem mającym na celu zapewnienie roślinom bobowatym niezakłóconego rozwoju jest zaprawianie nasion. Grzyby zasiedlające nasiona oraz bytujące w glebie stwarzają duże zagrożenie dla wschodzących roślin (przed i powschodowe zgorzele siewek).

Asortyment środków przeznaczonych do zwalczania grzybów chorobotwórczych jest bardzo skromny. W uprawie łubinu zarejestrowana jest jedna zaprawa. Również zwalczanie chorób łubinu przy użyciu fungicydów zostało w ostatnim czasie ograniczone przez zmniejszenie zarejestrowanych fungicydów do opryskiwania roślin w trakcie wegetacji. Ochrona łubinu ma ograniczone możliwości zwalczania chorób przy użyciu fungicydów wymaga od producentów rolnych zastosowania głównie metod agrotechnicznych.

Informacji na temat wyboru właściwej techniki zabiegu dostarcza etykieta środka ochrony roślin. Zawiera ona informacje o metodzie aplikacji: rodzaju metody zaprawiania – w przypadku stosowania zapraw nasiennych oraz ilości wody, wielkości kropli, a także sposobu przygotowania cieczy użytkowej – w przypadku stosowania środków przeznaczonych do opryskiwania roślin. Aktualne informacje na temat zalecanych środków ochrony roślin są podane na stronie Ministerstwa Rolnictwa (www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin) lub Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego (www.ior.poznan.pl)

Tabela 10. Metoda chemiczna ograniczania poszczególnych sprawców chorób łubinu (Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2012/2013)

Choroba	Metoda chemiczna
Antraknoza łubinu	zaprawianie, opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Brunatna plamistość liści łubinu	–
Brunatna plamistość łodyg łubinu (zgorzel pędów łubinu)	–
Czarna zgnilizna korzeni	–
Fuzaryjna zgorzel łubinu	zaprawianie
Mączniak prawdziwy motylkowatych	opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Mączniak rzekomy	–
Rdza łubinu	–
Szara plamistość liści łubinu (opadzina liści łubinu)	zaprawianie nasion
Szara pleśń	zaprawianie nasion
Więdnięcie fuzaryjne łubinu	zaprawianie nasion
Zgnilizna korzeni łubinu	zaprawianie nasion
Zgnilizna twardzikowa	zaprawianie nasion, opryskiwanie przy użyciu fungicydów
Zgorzele siewek	zaprawianie nasion

VI. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ WIRUSY

Natasza Borodynko,

6.1. Najważniejsze wirusy

W ostatnich latach w Polsce, ze względu na niewielkie obszary uprawy łubinu, nie zajmowano się problemem, jakim jest obniżanie plonów powodowane przez występowanie na plantacjach chorób wirusowych. Dane literaturowe mówią jednak o tym, że istnieje zagrożenie ze strony agrofagów dla upraw łubinu wąskolistnego i żółtego, a przy masowym wystąpieniu chorób może dojść do całkowitego zniszczenia danej plantacji.

Jednym z czynników ograniczających plonowanie łubinu są wirusy porażające rośliny, wśród których najgroźniejsze, to wirus mozaiki ogórka (*Cucumber mosaic virus*, CMV) i wirus żółtej mozaiki fasoli (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV).

Wirus mozaiki ogórka jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych wirusów roślinnych. Występuje powszechnie na całym świecie, szczególnie na obszarach o umiarkowanym klimacie. W Polsce, w warunkach naturalnych na łubinie żółtym, wirus ten został zidentyfikowany w pierwszej połowie lat 60. XX wieku (Książek 1963). Rośliny łubinu żółtego porażone przez CMV karłowacieją, zmieniają pokrój i stają się chlorotyczne, a na łodygach można obserwować brunatne smugi. Na roślinach łubinu wąskolistnego obserwuje się dwa rodzaje objawów: (1) zaginanie szczytów i zahamowanie we wzroście (miotlastość) lub (2) opadanie liści, zaginanie i zamieranie szczytów roślin (brunatnienie).

CMV jest efektywnie przenoszony z nasionami łubinu, co stwierdziła m.in. Gołębniak (1979). Według danych przez nią uzyskanych, CMV przenoszony był przez 6% nasion łubinu wąskolistnego i 23% żółtego. Wirus bardzo łatwo rozprzestrzenia się mechanicznie oraz poprzez wektory, jakim jest ponad 60 gatunków mszyc.

W roku 1988, Fiedorow i Weber oceniając podatność łubinu żółtego na CMV, stwierdzili, że w wyniku zakażenia mechanicznego w szklarni, nastąpiło częściowe zróżnicowanie podatności odmian łubinu żółtego na CMV. Badania prowadzone w latach 90. XX wieku wykazały istnienie u niektórych odmian i rodów łubinu żółtego odporność o typie nadwrażliwości. Rośliny ulegały tylko zakażeniu lokalnemu.

Obserwacje z ostatnich lat pokazują jednoznacznie, że w Polsce, na roślinach łubinu żółtego najbardziej rozpowszechniony jest wirus żółtej mozaiki fasoli, wywołujący chorobę zwaną wąskolistnością (Frencel i Pospieszny 1977). Jest to najgroźniejsza choroba łubinu żółtego uprawianego przede wszystkim na nasiona

(Pospieszny 1985). Na łubinie wąskolistnym BYMV wywołuje chorobę zwaną brunatnieniem.

Pierwsze doniesienia o wystąpieniu wąskolistności łubinu żółtego w Polsce pochodzą z końca lat 50. ubiegłego wieku. W epidemiologii tej choroby ogromne znaczenie ma fakt przenoszenia wirusa z nasionami (Pospieszny 1984). Przy zakażeniu nasion na poziomie 1–2%, w efekcie końcowym, na poletkach łubinu żółtego obserwowano porażenie wirusem od 30% przy siewie wczesnym do 90% przy późnym (Błaszczak 1963). Zakażenie nasion w granicach 3–12% całkowicie dyskwalifikuje badane próby, jako pełnowartościowy materiał siewny (Pospieszny 1984).

Wirus żółtej mozaiki fasoli przenoszony jest również przez mszyce, w sposób nietrwały, na kłujce. Wirus rozprzestrzenia się ogniskowo, wokół pierwotnych źródeł infekcji.

Badania prowadzone w Europie w latach 80. XX wieku nad występowaniem wąskolistności łubinu żółtego pokazują, że choroba ta jest pospolita w całej Europie.

BYMV występuje w postaci kilku zróżnicowanych szczepów, z których najczęściej spotykane to: fasolowy i grochowy (Błaszczak i Mańka 1977), przy czym łubin żółty porażany jest najczęściej przez szczep fasolowy (Błaszczak 1963). Objawy na porażonych roślinach, to: wznoszenie się młodych liści ku górze, przewężenie blaszek liściowych, przedłużanie się kwitnienia roślin i słabsze zawiązywanie strąków. Ponadto, ciągłe wyrastanie nowych pędów bocznych prowadzi do miotlastego pokroju rośliny i przedłuża okres wegetacji (Błaszczak 1967). Na łubinie wąskolistnym zainfekowanym przez BYMV występuje czerwienienie dolnych i żółknięcie górnych liści. W późniejszym etapie rozwoju choroby obserwuje się skarłowacenie i zaginanie wierzchołków roślin oraz nekrotyczne i brunatne smugi na łodygach (Książek 1963).

Obecnie brakuje bieżących danych dotyczących występowania wirusów na łubinie w Polsce oraz ich negatywnego wpływu na wzrost roślin, plon masy zielonej z hektara czy ilość i jakość uzyskiwanego plonu nasion.

6.2. Metody zapobiegania chorobą wirusowym

Ze względu na brak możliwości zwalczania chorób wirusowych za pomocą jakichkolwiek środków chemicznych, ochrona upraw łubinu przed wirusami ogranicza się do szeroko pojętej profilaktyki, obejmującej m.in.: ograniczanie występowania wektorów wirusów, likwidowanie źródeł infekcji, z których wirusy mogą być przenoszone na plantacje łubinu, zachowanie izolacji przestrzennej pomiędzy uprawami, wysiewanie materiału wolnego od wirusów, używanie do uprawy odmian odpornych na wirusy itp. W badaniach prowadzonych pod koniec ubiegłego wieku wykazano, że występowanie wirusów można również ograni-

czać poprzez zmianę terminu siewu. Większe porażenie chorobami wirusowymi było u odmian późniejszych, wzrastało wraz z opóźnieniem siewu i było jedną z przyczyn znacznego spadku plonu (Nijaki 1994). Brak jest odmian łubinu żółtego całkowicie odpornych na BYMV, istnieją jednak pewne różnice w podatności poszczególnych odmian (Weber i Derengowska–Baczyżmalska 1982). Doświadczenia szklarniowe i polowe prowadzone pod koniec lat 80. XX wieku wykazały, że nasiona niektórych odmian łubinu (Iryd, Reda, Aga czy Topaz) były w nieznacznym procencie porażone przez BYMV (Pospieszny i Wiatr 1988).

Zwiększanie się areału uprawy łubinu, szczególnie na sąsiadujących polach, może przyczynić się do nasilenia występowania chorób wirusowych. Ze względu na fakt, że obydwa wirusy powodują znaczne straty w plonie oraz stanowią zagrożenie dla jakości materiału siewnego łubinu żółtego i wąskolistnego, konieczne jest poszukiwanie nowych odmian łubinu, odpornych na te wirusy. Celowe jest badanie odmian znajdujących się w doborze oraz nowych rodów, które w najbliższym czasie mogą być do doboru wprowadzone, pod względem ich odporności na 2 omawiane wirusy oraz przenoszenia z nasionami.

VII. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI

Przemysław Strażyński i Henryk Wachowiak

7.1. Najważniejsze gatunki szkodników

Opracowanie integrowanych zasad ochrony łubinu białego, wąskolistnego i żółtego przed szkodnikami, z uwzględnieniem aspektów proekologicznych, jest szczególnie istotne ze względu na sporą liczbę gatunków uszkadzających tę grupę roślin (Nespiak i Opyrchałowa 1979). Do najważniejszych szkodników łubinu należą: oprzędziki (*Sitona* spp.) i mszyce (*Acyrthosiphon* sp., *Aphis* spp.)

OPRZĘDZIKI, głównie **szary – *Sitona gressorius* Fabr.** (fot. 13) i **pręgowany – *S. lineatus* L.** (fot. 15) oraz ***Sitona griseus*** (fot. 14). Są to chrząszcze z rodziny ryjkowcowatych, długości 5–8 mm. Dorosłe chrząszcze po przezimowaniu żerują już na wschodzących roślinach, pozostawiając na krawędziach liści charakterystyczne ząbki (żer zatokowy). Jaja składane są na przełomie maja i czerwca. Larwy uszkadzają korzenie, ograniczając wiązanie azotu atmosferycznego. Letnie pokolenie oprzędzików również uszkadza liście roślin, jednak największe straty mają miejsce wczesną wiosną, szczególnie kiedy ciepła i sucha pogoda sprzyja rozwojowi owadów na młodych siewkach. Straty w plonie zależą również od liczebności chrząszczy na plantacji oraz terminu ich pojawu.

MSZYCE: grochowa – *Acyrthosiphon pisum* Harris (fot. 16), **trzmielinowo–burakowa – *Aphis fabae* Scop.** (fot. 17) **i lucernowo–grochodrzewowa – *A. craccivora* Koch.** Mszyce wysysają soki z tkanek, powodując zamieranie fragmentów, a nawet całych roślin. W miejscach żerowania i w wyniku osłabienia rośliny może dojść do wtórnego porażenia bakteryjnego lub grzybowego. Mszyce mogą również przenosić wirusy. W największym nasileniu występują w okresie tworzenia pąków kwiatowych do wykształcenia strąków. Podobne spektrum szkodliwości charakteryzuje pojawiające się na uprawach łubinu skoczki (fot. 18).

W sprzyjających warunkach rozwoju, gospodarcze straty mogą również wyrządzać: wciornastki, zmienik lucernowiec**,** śmietka kiełkówka.

WCIORNASTKI, szczególnie **wciornastek grochowiec – *Kakothrips robustus* Uz.** przylżeniec z rodziny wciornastkowatych. Szkodliwe są zarówno formy dorosłe, występujące od końca maja do lipca, oraz larwy, występujące w największym nasileniu w pierwszej połowie lipca. Na skutek nakłuwania tkanek następuje skręcanie liści, zasychanie kwiatów i karłowacenie strąków. W miejscach nakłuć widoczne nekrotyczne plamki na liściach i charakterystyczne srebrzyste plamki na strąkach.

Fot. 13. Oprzędzik szary (*Sitona gressorius*)

Fot. 14. Oprzędzik sp (*Sitona griseus*)

Fot. 15. Oprzędzik pręgowany (*Sitona lineatus*)

Fot. 16. Mszyca grochowa to szkodnik wielu gatunków roślin motylkowatych

Fot. 17. Ciemno zabarwiona mszyca trzmielinowo-burakowa ma bardzo szerokie spektrum roślin żywicielskich

Fot. 18. Skoczki – pienik ślinianka mogą być wektorami groźnych wirusów

ZMIENIK LUCERNOWIEC – *Lygus rugulipennis* Popp. oliwkowo–brunatny pluskwiak z rodziny tasznikowatych. Żeruje głównie na pąkach kwiatowych i kwiatach powodując ich deformacje, stąd jego największe znaczenie na nasiennych uprawach łubinu.

Lokalnie na uprawach łubinu dużego znaczenia mogą nabierać inne szkodniki. Śmietka kiełkówka – ***Hylemyia florilega* Zett.** z rodziny śmietkowatych atakuje wschodzące rośliny. Na skutek uszkodzenia nasion, liścieni i stożków wzrostu wschodzące rośliny czernieją i zamierają, bądź nie kiełkują wcale. Składaniu jaj przez śmietkę sprzyjają uproszczenia w agrotechnice. Na uprawach łubinu można także zaobserwować motyle i gąsienice minujące liście, czy chrząszcze. Niekiedy na plantacjach obserwuje się **pachówkę strąkóweczkę – *Laspeyresia nigricana* F.,** szarobrunatnego motyla z rodziny zwójkowatych. Choć należy do głównych szkodników innych roślin strączkowych (zwłaszcza grochu), nie stanowi jednak aż takiego zagrożenia dla upraw łubinu.

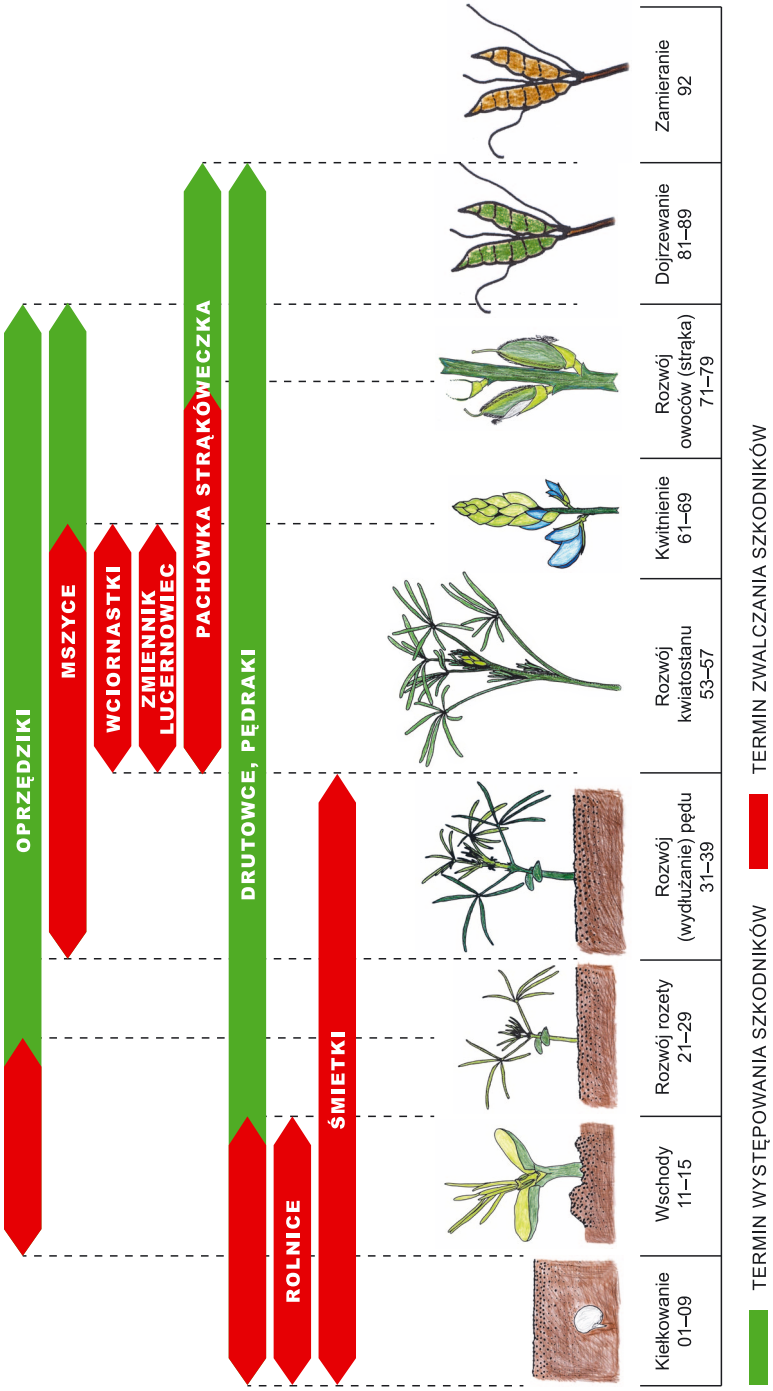
Lokalnie szkody mogą wyrządzać także nicienie, szczególnie groźne na glebach próchniczych i wilgotnych. Zimują ich larwy inwazyjne w materiale roślinnym, dlatego ważne jest dokładne usuwanie resztek po zbiorach.

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożenia ze strony szkodników glebowych, głównie rolnic, drutowców i pędraków, którym sprzyjają przede wszystkim uproszczenia agrotechniczne, monokultury i bliskie sąsiedztwa roślin strączkowych, pozostawianie resztek pożniwnych, brak lub późna orka przedzimowa oraz ocieplanie się klimatu. Przy silnym opanowaniu upraw przez szkodniki glebowe mogą powstawać tzw. łysiny w zasiewach (zwłaszcza przy masowym wystąpieniu rolnic). Uszkodzenia przez szkodniki glebowe mogą stanowić źródło wtórnych porażeń grzybowych lub bakteryjnych. Mogą także pojawiać się masowo gatunki nie mające dotychczas znaczenia w ochronie roślin (Mrówczyński i wsp. 2004) (tab. 11).

Tabela 11. Znaczenie szkodników łubinu w Polsce

Szkodniki	Obecnie	Prognoza
Oprzędzik szary	+++	+++
Oprzędzik pręgowany	+++	+++
Mszyce	++	+++
Wciornastki	+	+
Zmieniki	+	+
Pachówka strąkóweczka	+	+
Rolnice	++	+++
Drutowce, pędraki	+	++

+ szkodnik o znaczeniu lokalnym; ++ szkodnik ważny; +++ szkodnik bardzo ważny



Rys. 3. Kalendarz pojawiania się szkodników w trakcie wegetacji łubinu i termin ich zwalczania

W warunkach sprzyjających rozwojowi szkodników, straty spowodowane ich żerowaniem mogą mieć znaczenie gospodarcze, a na plantacjach nasiennych prowadzić do dyskwalifikacji materiału siewnego. Utrudnione może stać się nie tylko uzyskanie wysokiego plonu, lecz także plonu wysokiej jakości. Następstwem żerowania szkodników jest nie tylko redukcja zielonej masy. Istotna, szczególnie na plantacjach nasiennych, jest jakość uzyskanego materiału siewnego. Żerowanie szkodników wpływa pośrednio lub bezpośrednio na rozwój strąków, przez co obniża się zdolność kiełkowania nasion oraz ich wartość handlowa.

Prawidłowa integrowana ochrona łubinu powinna bazować na metodach prewencyjnych, a więc agrotechnicznych i hodowlanych. W przypadku ochrony chemicznej powinna uwzględniać progi ekonomicznej szkodliwości, opracowane w oparciu o biologię danego szkodnika. Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z zaleceniami, a więc w odpowiednich dawkach i temperaturach, w których dany środek działa skutecznie, oraz z przestrzeganiem okresów karencji. Najbardziej celowym wydaje się być przedsiewne zaprawianie nasion przeciwko szkodnikom, skutecznie ograniczające stosowanie zabiegów chemicznych w okresie późniejszym.

Integrowana ochrona roślin skupia się na działaniach prewencyjnych, dopuszczając działania interwencyjne w ostateczności. W myśl tego założenia konieczna jest ciągła, systematyczna obserwacja roślin pod kątem pojawiania się szkodników. Najbardziej efektywna jest bezpośrednia lustracja roślin w poszukiwaniu uszkodzeń i obecności szkodliwych owadów. Pomocne mogą okazać się metody uzupełniające, jak np. żółte naczynia lub tablice lepowe w przypadku mszyc i wciornastków. Ważna jest również umiejętność rozpoznawania gatunku szkodnika oraz znajomość jego biologii i terminu pojawu na plantacji (rys. 3).

7.2. Niechemiczne metody ochrony

Prawidłowo prowadzona ochrona łubinu powinna zakładać szerokie spektrum metod agrotechnicznych. Coraz bardziej powszechnie stosowane uproszczenia w uprawie roli, w powiązaniu ze zmianami klimatycznymi stwarzają sprzyjające warunki dla rozwoju szkodników. Właściwe przestrzeganie podstawowych zaleceń agrotechnicznych jest kluczowym elementem programu ochrony łubinu przed szkodnikami (tab. 12).

Już na etapie przygotowania gleby pod uprawę należy zapewnić roślinom jak najlepsze warunki do wschodów. Prawidłowa agrotechnika i uzupełnienie ewentualnych składników mineralnych poprawi kondycję roślin w początkowych fazach wzrostu, gdy są wyjątkowo wrażliwe na atak ze strony poszczególnych gatunków agrofagów. Dodatkowo szybszy wzrost pozwoli zagłuszyć chwasty, które często stanowią bazę pokarmową dla niektórych szkodników.

Tabela 12. Agrotechniczne metody ochrony łubinu przed szkodnikami

Szkodnik	Metody i sposoby ochrony
Oprzędziki	prawidłowy płodozmian, podorywki, zaprawianie nasion, możliwie wczesny siew, izolacja przestrzenna od wieloletnich roślin motylkowatych
Mszyce	zaprawianie nasion, wczesny siew, zrównoważone nawożenie, izolacja przestrzenna od innych roślin strączkowych i wieloletnich roślin motylkowatych
Wciornastki	prawidłowy płodozmian, głęboka orka przedzimowa
Zmienik lucernowiec	izolacja przestrzenna od wieloletnich roślin motylkowatych oraz plantacji warzywnych (ogórek, fasola) i truskawek
Drutowce Pędraki Rolnice	prawidłowy płodozmian, podorywki, talerzowanie, zwalczanie chwastów, zwiększenie normy wysiewu nasion, zaprawianie nasion, głęboka orka przedzimowa
Śmietki	wczesny siew, zwiększenie normy wysiewu, zwalczanie chwastów, dokładne przyorywanie obornika
Pachówka strąkóweczka	prawidłowy płodozmian, podorywki, talerzowanie, wczesny siew, możliwie szybki zbiór, głęboka orka przedzimowa
Nicienie	usuwanie resztek roślinnych po zbiorach, głęboka orka przedzimowa

W przypadku łubinu, podobnie jak u innych roślin strączkowych, bardzo duże znaczenie ma stosowanie prawidłowego płodozmianu. Wiele szkodników zimuje w wierzchniej warstwie gleby lub pozostawionych resztkach roślinnych. W przypadku monokultur, szkodniki po przezimowaniu mają ułatwiony dostęp do bazy pokarmowej. Prawidłowo ułożony płodozmian powinien uwzględniać rośliny zbożowe, okopowe i pastewne. Z tego samego względu zaleca się stosowanie izolacji przestrzennej od innych roślin strączkowych oraz innych roślin żywicielskich poszczególnych szkodników, np. buraków w przypadku mszycy trzmielinowo-burakowej, czy wieloletnich motylkowatych w przypadku mszycy lucernowo-grochodrzewowej i zmieników. Izolacja przestrzenna pozwala także wydłużyć przelot niektórych szkodników.

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

Po zbiorach ważną rzeczą jest wykonanie zespołu uprawek pożniwnych, mających na celu dokładne rozdrobnienie pozostałości roślinnych (miejsc zimowania niektórych szkodników), ograniczenie nasion chwastów, w tym wieloletnich.

Uprawę pożniwną powinna kończyć głęboka orka przedzimowa, która ma zadanie fitosanitarne. Gruba warstwa gleby przykrywa zimujące stadia szkodników, nasiona chwastów i zarodniki grzybów. Wydobywa także na powierzchnię te znajdujące się głębiej, wystawiając je na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych. Przy okazji mechanicznie niszczone są szkodniki glebowe.

Metody hodowlane ukierunkowane są na ograniczenie strat powodowanych przez szkodniki poprzez dobór odmian bardziej odpornych i tolerancyjnych na ich działanie. Istotna jest także odporność na czynniki atmosferyczne oraz wymagania glebowe poszczególnych odmian łubinu, pozwalające na elastyczność terminu siewu. Odmiany nadające się na wczesny siew pozwalają ograniczyć straty w plonie, gdyż kluczowe dla szkodnika fazy wegetacji roślin niejednokrotnie kolidują z jego rozwojem. Natomiast odmiany charakteryzujące się szybszym wzrostem ograniczają konkurencję ze strony chwastów, które także mogą stanowić bazę pokarmową dla poszczególnych gatunków szkodników (np. mszycy trzmielinowo-burakowej – polifaga kolonizującego m. in. komosę, rumianek, marunę).

Metody biologiczne oparte są na zastosowaniu w ochronie roślin środków biologicznych i biotechnicznych. W ograniczaniu szkodników wykorzystują również opór środowiska, czyli działanie organizmów pożytecznych, stąd konieczność stworzenia prawidłowych stosunków w agrocenozie.

7.3. Metody określania liczebności i progi szkodliwości

Próg szkodliwości oznacza takie nasilenie szkodnika, przy którym wartość spodziewanej straty plonu przewyższa łączny koszt zabiegu i powinnien stanowić fundamentalną podstawę racjonalnej ochrony. Zgodnie z Dyrektywą 128/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy ustanawiającą wytyczne wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, Państwa Członkowskie Unii Europejskiej, a więc i Polska, są zobowiązane do opracowania, do dnia 1 stycznia 2014 roku, krajowej strategii upowszechniania i wdrożenia ogólnych zasad integrowanej ochrony roślin wśród wszystkich użytkowników środków ochrony roślin. Ustalenie progów szkodliwości dla danego szkodnika na danej uprawie wymaga bardzo wielu obserwacji i kilkuletnich doświadczeń. W przypadku łubinu szczegółowe progi szkodliwości dla poszczególnych gatunków agrofagów są na chwilę obecną w trakcie opracowywania. Jedynie dla mszyc występujących w uprawach nasiennych próg szkodliwości wynosi: pojedyncze mszyce na 20% roślin lub początek kolonii na 10% roślin. Według aktualnych zaleceń, działania ochronne należy podjąć w momencie pojawienia się szkodnika. Zasady i terminy obserwacji szkodników przedstawia tabela 13.

Tabela 13. Zasady prowadzenia obserwacji szkodników w uprawach łubinu

Szkodnik	Zasada obserwacji	Termin obserwacji Faza rozwojowa w skali BBCH
Oprzędziki	lustracja upraw pod kątem występowania chrząszczy i uszkodzeń – żer zatokowy	wschody i rozwój liści BBCH 11–29
Mszyce	obecność kolonii mszyc na wszystkich organach wegetatywnych (żółte tablice lepowe)	wzrost i kwitnienie BBCH 31–69
Wciornastki	obecność owadów przede wszystkim na pąkach kwiatowych i kwiatach, obserwacja charakterystycznych uszkodzeń (żółte tablice lepowe)	rozwój kwiatostanu i kwitnienie BBCH 53–69
Zmienik lucernowiec	lustracja pod kątem obecności szkodnika na pąkach kwiatowych i kwiatach	rozwój kwiatostanu i kwitnienie BBCH 53–69
Szkodniki glebowe	lustracja upraw pod kątem uszkodzeń korzeni, zarodków, liścieni (charakterystyczne łysiny w zasiewach)	wschody i rozwój liści BBCH 05–29

Progi wspomagają decyzję o podjęciu działań ochronnych, lecz nie można ich traktować jako jedynego kryterium (Pruszyński i Wolny 2009). Stały monitoring jest niezbędny przy ustaleniu optymalnego terminu zabiegu z uwagi na ciągłe działanie wielu czynników środowiskowych i tylko obserwacje bezpośrednie pozwalają ocenić rzeczywiste zagrożenie ze strony szkodników. Zagrożenie może być zmienne, w zależności od warunków klimatycznych, ukształtowania terenu, fazy rozwojowej rośliny, liczebności wrogów naturalnych czy nawet poziomu nawożenia. Progi opracowane w innych krajach nie mają przełożenia w warunkach krajowych, głównie ze względu na odmienny klimat.

Integrowane programy ochrony roślin wymagają od rolnika sporej wiedzy i doświadczenia, począwszy od identyfikacji szkodnika, przez elementy rozwoju i miejsc bytowania do sposobów jego ograniczania i likwidacji. Informacje o biologii szkodnika, dane z poprzednich lat o jego występowaniu w danym rejonie w powiązaniu z wiedzą o sposobach ograniczania strat mogą pomóc w podjęciu decyzji o zabiegu. Korzyści z wiedzy na temat nowoczesnych metodach ochrony roślin mają wymiar nie tylko ekonomiczny. Brak konieczności stosowania chemii to także zdrowsze środowisko.

7.4. Chemiczne metody ochrony

Decyzję o zastosowaniu środków chemicznych dla ochrony łubinu przed szkodnikami należy podejmować indywidualnie dla każdej plantacji, w oparciu o progi szkodliwości dla danego gatunku szkodnika i z uwzględnieniem aktualnej

fazy rozwojowej roślin. W ochronie integrowanej, metoda chemiczna zalecana jest w ostateczności, przy dużym nasileniu występowania i szkodliwości danego gatunku oraz braku innych sposobów ograniczenia strat. Kluczową rolę odgrywa także termin zabiegu, dobór środka, dawka i zakres temperatur, w jakich jest najbardziej skuteczny (www.iorpib.poznan.pl, www.minrol.gov.pl).

Systemy wspomagania decyzji

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

Internetowy system sygnalizacji agrofagów, prowadzony przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN), obejmuje cały kraj i zawiera wykaz upraw ważnych gospodarczo na danym terenie oraz listę agrofagów, które mogą wywołać znaczące szkody gospodarcze. W oparciu o prowadzone obserwacje na wybranych losowo plantacjach odnotowywane jest występowanie organizmów szkodliwych dla roślin oraz rejestrowany jest poziom uszkodzeń wywołanych przez choroby, szkodniki i chwasty występujące w tych uprawach. Dane te pozwalają na podanie orientacyjnej daty wystąpienia agrofaga i sposobów jego zwalczania.

Uzupełnieniem sygnalizacji agrofagów prowadzonej przez PIORiN jest system sygnalizacji prowadzony przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IOR – PIB). System zawiera wyniki monitorowania w wybranych lokalizacjach poszczególnych stadiów rozwojowych agrofagów dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego. Jeśli w danym przypadku zostanie przekroczony próg ekonomicznej szkodliwości, system wskazuje na konieczność wykonania zabiegu. Ponadto system zawiera część instruktażową, dzięki której można prawidłowo kontrolować plantacje i podejmować decyzje o optymalnym terminie zabiegu. Dla każdego gatunku agrofaga podano podstawowe informacje o jego morfologii, biologii oraz metodach prowadzenia obserwacji polowych, a także wartości progów ekonomicznej szkodliwości.

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

Decydując się na zastosowanie danego środka ochrony roślin należy przeanalizować liczbę i rodzaj zabiegów wykonanych w latach wcześniejszych. Ma to szczególne znaczenie w aspekcie uodporniania się owadów na substancje z różnych grup chemicznych zawartych w insektycydach. Z uwagi na występowanie szkodników zwykle w dużej liczebności, istnieje ryzyko uodpornienia się części lub całej populacji na daną substancję czynną. Dlatego stosowanie przemienne środków z różnych grup chemicznych skutecznie ogranicza wyselekcjonowanie populacji odpornej. Dla sporej grupy szkodników nie opracowano jeszcze metod alternatywnych. Zabiegi ochrony roślin powinny bazować na aktualnych zaleceniach opracowanych przez pracowników IOR – PIB w Poznaniu (Zalecenia 2012).

Stosując chemiczne środki ochrony roślin należy postępować zgodnie z instrukcją stosowania zawartą na etykiecie, w sposób nie zagrażający użytkownikowi i środowisku (także wodnemu) oraz mając na uwadze zakres temperatur optymalny dla działania danego środka (tab. 14).

Tabela 14. Grupy zoocydów zalecanych do stosowania w uprawach łubinu oraz optymalne temperatury ich działania

Grupa chemiczna	Substancja czynna	Optymalna temperatura działania
Karbaminiany	pirymikarb	powyżej 15°C
Pyretroidy	deltametryna	poniżej 20°C
	alfa-cypermetryna	
	beta-cyflutryna	
	lambda-cyhalotryna	

VIII. OGRANICZENIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ŚLIMAKI

Jan Kozłowski

8.1. Najważniejsze gatunki ślimaków

Ślimaki, szkodniki roślin, należą do lądowych ślimaków płucodysznych (Gastropoda: Pulmonata) z rzędu trzonkoocznych (Styllomatophora). Większość z nich to zwierzęta wielożerne, z których niektóre stwarzają poważne zagrożenie dla upraw różnych gatunków roślin, w tym również dla łubinu. Do szkodników roślin można zaliczyć sześć gatunków ślimaków skorupkowych i piętnaście gatunków ślimaków nagich. Ślimaki skorupkowe często występują masowo, głównie w zaroślach, ogrodach i nieużytkach. Niekiedy można je spotkać w uprawach roślin, jednak wyrządzane przez nie szkody nie są zbyt duże. Większe znaczenie gospodarcze mają ślimaki nagie. Niektóre z nich często występują w uprawach polowych i uszkadzają rośliny. Należą do nich: **pomrowik plamisty – *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller), ślinik luzytański – *Arion lusitanicus* Mabille, ślinik wielki – *Arion rufus* (L.) i ślinik zmienny – *Arion distinctus* Mabille** (tab. 14). Towarzyszą im niekiedy inne gatunki takie, jak: ślinik rdzawy – ***Arion subfuscus* (Draparnaud)** i **pomrowik mały – *Deroceras laeve* (Müller)** oraz inne śliniki, pomrowiki lub **pomrowy** (tab. 1). Spośród wymienionych gatunków, uszkodzenia roślin łubinu najczęściej powodują pomrowik plamisty, ślinik wielki i ślinik luzytański.

Tabela 14. Ślimaki występujące w uprawach łubinu i stopień zagrożenia roślin

Gatunek ślimaka		Główne rejony występowania	Zagrożenie upraw
Pomrowik mały	*Deroceras laeve*	C	+
Pomrowik plamisty	*Deroceras reticulatum*	C	+++
Ślinik luzytański	*Arion lusitanicus*	PW	+++
Ślinik wielki	*Arion rufus*	Z	++
Ślinik zmienny	*Arion distinctus*	PZ	++
Ślinik rdzawy	*Arion subfuscus*	C	+
Ślinik leśny	*Arion silvaticus*	P	–
Ślinik przepasany	*Arion fasciatus*	C	–

Zagrożenie upraw: (+++) duże; (++) średnie; (+) małe; (–) brak danych
Główne rejony występowania: P – południe, Z – zachód, W – wschód, C– cały obszar kraju

Pomrowik plamisty (*Deroceras reticulatum*) ślimak o krępej budowie ciała, długości do 4,5 cm podczas pełzania (fot. 19). Na grzbiecie w przedniej części ciała ma płaszcz okrywający $^{2}/_{5}$ długości ciała. Skóra jest gruba, nieprzezroczysta z wyraźną rzeźbą. Za płaszczem występuje krótka, dobrze widoczna listwa grzbietowa. Ubarwienie ciała jest brudnokremowe, słomkowe, jasnokawowe, rzadziej białawe. Ciało pokryte jest nieregularnymi, ciemnymi, czekoladowymi lub prawie czarnymi plamkami, które łączą się tworząc rysunek w formie nieregularnej siateczki. Stopień pokrycia plamkami jest silnie zróżnicowany nawet u osobników z tej samej populacji. Grzbiet i płaszcz są ciemniejsze. Młode osobniki oraz nieliczne dorosłe mogą być pozbawione plamek. Głowa jest czarniawa, podeszwa kremowa. Śluz jest bezbarwny a osobniki podrażnione wydzielają mleczno-biały płyn. Ślimak jest bardzo podobny do pomrowika polnego *D. agreste*, zwłaszcza młode osobniki. W celu identyfikacji należy wykonać sekcje badanych okazów i porównać cechy anatomiczne organów kopulacyjnych z opisami zawartymi w kluczach.

Ślimak żyje od 9 do 12 miesięcy i składa do 700 jaj, głównie latem i jesienią. Jaja są przezroczyste, wielkości 2,8 x 2,5 mm. Składne są w złogach, po 10–20 sztuk w jednym złogu, w szczelinach i pod grudami gleby, pod resztkami roślinnymi i kamieniami. Zimują głównie jaja i młode osobniki oraz niewielka część osobników dorosłych. Ślimaki wylęgają się wiosną i jesienią. Osobniki wylęgłe wiosną z zimujących jaj dojrzewają późnym latem i składają jaja, z których duża część wylęga się przed zimą. Ślimaki zimujące składają jaja wiosną i na przełomie kwietnia i maja. Wylęgają się z nich młode osobniki, z których większość nie dojrzewa przed zimą. W ciągu roku ślimak rozwija jedno, a przy łagodnej i krótkiej zimie dwa zachodzące na siebie pokolenia. Przy występowaniu jednego pokolenia w roku ślimaki wylęgają się późną wiosną z zimujących jaj, dojrzewają i składają jaja jesienią, z których większość zimuje. Szczyt liczebności przypada pod koniec lata i wczesną jesienią.

Ślinik wielki (*Arion rufus*) ślimak długości do 15 cm podczas pełzania (fot. 20). Płaszcz okrywa ⅓ długości ciała. Na płaszczu występuje rzeźba w postaci granulek, w tylnej części ciała złożona jest z dużych wysokich zmarszczek. Ubarwienie ciała jest jednorodne, pomarańczowe, czerwone, brązowe, brunatne lub czarne. Osobniki młode są jaśniejsze, białawe, żółte lub żółtopomarańczowe i mają grzbiet ciemniejszy a boki jaśniejsze lub po obu stronach ciała występują wyraźne smugi. Stopa jest szeroka, z jaśniejszym podłużnym polem w środku podeszwy. Brzegi stopy mają poprzeczne barwne prążki, bardziej widoczne u młodych osobników. Śluz wydzielany podczas pełzania jest zwykle bezbarwny lub żółtawy, rzadziej czerwonawy. Osobniki podrażnione wydzielają duże ilości śluzu i kurczą się. Ślinik wielki jest bardzo podobny do ślinika luzytańskiego i nie do odróżnienia na podstawie wyglądu zewnętrznego. W celu identyfikacji należy porównać cechy anatomiczne organów kopulacyjnych z opisami zawartymi w kluczach.

Ślimak żyje około jednego roku. Kopuluje od czerwca do sierpnia, a niewielka część osobników we wrześniu i październiku. Okres składania jaj rozpoczyna się w połowie lipca i trwa do października. Jaja składane są głównie w sierpniu i we wrześniu, niewielka część osobników składa jaja wiosną po przezimowaniu. Jaja są okrągłe lub owalne, o średnicy od 5,0 do 8,0 mm. Jeden osobnik składa średnio 415 jaj, w złogach od 20 do 230 sztuk w jednym złogu. Zimują wszystkie stadia rozwojowe, najczęściej jaja. Ślimaki wylęgają się od sierpnia do późnej jesieni, a po przezimowaniu wychodzą z kryjówek wczesną wiosną. Część ślimaków wylęga się wiosną z zimujących jaj, w okresie od 4 do 8 tygodni. Wysoka liczebność ślimaków występuje na przełomie czerwca i lipca i utrzymuje się do pierwszych dni września, a w niektóre lata do października.

Ślinik luzytański (*Arion lusitanicus*) ślimak długości do 12 cm podczas pełzania (fot. 21). Nieliczne dwuletnie osobniki osiągają długość 14 cm. W przedniej części ciała, na grzbiecie ma osadzony płaszcz sięgający ⅓ długości ciała. Powierzchnia płaszcza jest silnie ziarnista. W tylnej części ciała na grzbiecie występują wysokie zmarszczki o ostrych krawędziach. Ubarwienie osobników dorosłych jest jednorodne, żółtawe, czerwone, różowe, pomarańczowe, pomidorowe, brązowe lub brunatne. Osobniki młode są zwykle jaśniej zabarwione, białawe lub żółtawe z delikatną rzeźbą skóry i barwnymi smugami na bokach ciała, co upodabnia je do dorosłych ślimaków ślinika rdzawego. Brzegi stopy są często innej barwy, w postaci barwnych poprzecznych prążków. Podeszwa jest biaława. Śluz zwykle bezbarwny, niekiedy pomarańczowy. Ślimaki podrażnione wydzielają mętny, mleczny śluz, a niekiedy kurczą się i przyjmują półkolisty kształt. Zewnętrznie ślinik luzytański jest bardzo podobny do ślinika wielkiego, nie do odróżnienia bez zbadania cech anatomicznych organów kopulacyjnych.

Ślimak ma roczny cykl życiowy. Pojedyncze osobniki mogą żyć do dwóch lat. Kopuluje w okresie od trzeciej dekady lipca do połowy października. Po 2–4 tygodniach od kopulacji ślimaki rozpoczynają składanie jaj. Jaja składane są na powierzchni gleby i w glebie, w okresie od połowy sierpnia do późnej jesieni. Szczyt składania jaj przypada w drugiej połowie września. Jeden osobnik składa w ciągu życia 240–540 jaj, średnio 405. Jaja składne są w złogach od 12 do 124 jaj w jednym złogu (średnio 67 w złogu). Są kuliste lub owalne, wielkości 3,5 x 4,2 mm (fot. 22). W ciągu trzech tygodni po złożeniu jaj około 80% ślimaków ginie, a reszta w ciągu 1,0–1,5 miesiąca. Pierwsze osobniki wylęgają się na przełomie pierwszej i drugiej dekady września. Przed zimą wylęga się do 30% ślimaków. Zimują jaja, osobniki młodociane, rzadziej dorosłe. Wylęg ślimaków z zimujących jaj rozpoczyna się w połowie marca i trwa od 4 do 6 tygodni. Niewielka część ślimaków pojawiających się na wiosnę po przezimowaniu dojrzewa wcześniej niż pozostałe osobniki i składa jaja w czerwcu. Ślimak ma dwa szczyty liczebności, w połowie maja z przewagą młodych osobników i w połowie sierpnia z przewagą dorosłych. Podczas ciepłej jesieni wysoka liczebność utrzymuje się do drugiej połowy października.

Fot. 19. Pomrowik plamisty – *Deroceras reticulatum*

Fot. 20. Ślinik wielki – *Arion rufus*

Fot. 21. Ślinik luzytański – *Arion lusitanicus*

Fot. 22. Jaja ślinika luzytańskiego

Fot. 23. Zjedzona nadziemna część rośliny łubinu przez ślinika luzytańskiego

Fot. 24. Pomrowik plamisty odłowiony w pułapce

Ślinik zmienny (*Arion distinctus*) ślimak o smukłej, wysklepionej budowie ciała, długości do 3,5 cm. Na grzbiecie ma osadzony niewielki płaszcz okrywający $^2/_5$ długości ciała. Ubarwienie ciała jest bardzo ciemne. Grzbiet i boki są ciemnopopielate, brązowo–czarne lub czarniawe, niekiedy z żółtym odcieniem. Na płaszczu i bokach ciała występują niewyraźne ciemniejsze pasy. Ponad pasami bocznymi występują brunatne smugi. Podeszwa stopy jest ciemnopomarańczowa lub brązowo–żółta. Młode osobniki są często jaśniejsze, z niebiesko–popielatymi grzbietami. Wydzielany śluz jest gęsty żółto–pomarańczowy.

Ślimak żyje od 7 do 16 miesięcy. Cykl rozwojowy większości osobników trwa jeden rok. Kopuluje w kwietniu i pod koniec lata, a po 2–4 tygodniach składa jaja. Jeden osobnik składa do 200 jaj o średnicy od 2 do 3,5 mm. Jaja składane są w złogach po 10–80 sztuk w jednym złogu. Ślimaki wylęgają się 20–40 dni po złożeniu jaj, najczęściej w lipcu. Niewielka część osobników wylęga się późną jesienią, reszta dopiero wiosną następnego roku. Zimują wszystkie stadia rozwojowe. Z kryjówek zimowych ślimaki wychodzą wczesną wiosną. Są to osobniki dojrzałe, wylęgłe w lipcu i młode, wylęgłe jesienią poprzedniego roku. W marcu i kwietniu wylęgają się ślimaki z zimujących jaj. Ślimaki wylęgłe wiosną składają jaja tego samego roku, natomiast wylęgłe jesienią zimują i składają jaja w maju i czerwcu następnego roku. Wysoka liczebność tego ślimaka utrzymuje się od września do końca października. Szczyt liczebności występuje pod koniec września.

8.2. Występowanie, objawy uszkodzeń i czynniki warunkujące uszkodzenia

Pomrowik plamisty (*D. reticulatum*) występuje powszechnie w większości krajów Europy. W Polsce zasiedla cały obszar kraju, głównie w siedliskach otwartych, na polach, łąkach i w ogrodach. Znacznie rzadziej można go spotkać w obszarach leśnych. Niszczy uprawy różnych gatunków roślin na całych powierzchniach pól. Najczęściej uszkadza ozime formy rzepaku i zbóż, ale także uprawy ziemniaka, buraka i warzyw oraz różnych roślin motylkowych, w tym również łubin.

Ślinik wielki (*A. rufus)* jest gatunkiem zachodnioeuropejskim. W Polsce ma naturalną wschodnią granicę zasięgu. Występuje na zachodzie kraju, w rejonach Dolnego Śląska, Wielkopolski, Ziemi Lubuskiej oraz Pomorza, aż do ujścia Wisły. Można go także spotkać w ogniskach zawleczenia w innych rejonach kraju, np.: w województwie małopolskim, podkarpackim i łódzkim. Pierwotnie występował w lasach i zaroślach, zwłaszcza w pobliżu zbiorników wodnych, unikając środowisk zagospodarowanych. Obecnie coraz częściej można go spotkać w ogrodach i na brzegach upraw polowych, zwłaszcza rzepaku ozimego i pszenicy ozimej oraz innych roślin rolniczych i warzyw, w których wyrządza znaczne szkody. Często występuje bardzo licznie na nieużytkach i resztkach roślinnych, z których migruje na uprawy.

Ślinik luzytański (*A. lusitanicus*) pochodzi z Półwyspu Iberyjskiego. W ostatnim półwieczu rozprzestrzenił się, jako gatunek inwazyjny w wielu krajach środkowej i zachodniej Europy. W Polsce pojawił się pod koniec lat 80. XX wieku i początkowo występował tylko w okolicy Rzeszowa. W kolejnych latach rozprzestrzenił się na Podkarpaciu, a następnie w innych rejonach kraju. Aktualnie występuje na terenie dziesięciu województw, głównie w południowo–wschodniej, środkowej i zachodniej części kraju. Ślimak zasiedla uprawy ogrodnicze i rolnicze oraz parki, lasy i obszary nieuprawne. Najczęściej można go spotkać: w ogrodach i na polach uprawnych położonych w pobliżu zabudowań, cieków i zbiorników wodnych oraz w rowach, miedzach, nieużytkach i zaroślach, sąsiadujących z uprawami roślin. Jest bardzo uciążliwym szkodnikiem wielu gatunków warzyw, roślin ozdobnych, rolniczych, sadowniczych i zielarskich. Uszkadza różne gatunki roślin, w tym również łubin (fot. 23). Podobnie jak ślinik wielki tworzy bardzo liczebne populacje i największe szkody wyrządza w brzegowych partiach pól oraz w uprawach o małej powierzchni otoczonych nieużytkami.

Ślinik zmienny (*A. distinctus*) jest gatunkiem atlantycko–śródziemnomorskim i jako szkodnik zamieszkuje znaczne obszary Europy. W Polsce występuje głównie na Dolnym Śląsku, w Wielkopolsce i na Pomorzu, a ostatnio także w ogniskach zawleczenia w województwie małopolskim i opolskim zasiedlajac ogrody, parki, zarośla i lasy oraz nieużytki. W ostatnich latach coraz częściej można go spotkać w uprawach różnych gatunków roślin, na przykład rzepaku i roślin motylkowych.

Ślimaki nagie uszkadzają wszystkie organy roślin. Najchętniej jednak żerują na: kiełkujących nasionach, siewkach i młodych liściach oraz płatkach kwiatów, soczystych owocach, bulwach, korzeniach i kłączach. Wygryzają otwory w organach roślin, odcinają ich fragmenty i zlizują lub zdrapują tkanki roślinne, za pomocą umieszczonej w otworze gębowym tarki zbudowanej z licznych ząbków. Uszkodzenia te powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej roślin, co prowadzi do zahamowania wzrostu lub całkowitego ich zniszczenia. Wygryzione otwory w liściach mogą być mylone z objawami żerowania innych szkodników, na przykład owadów z rodzin Elateridae, Scarabaeidae i Diplopoda. Stwierdzenie obecności ślimaków ułatwiają jednak, obok uszkodzeń roślin, pozostawione przez ślimaki na glebie i roślinach zaschnięte ślady śluzu.

W przypadku łubinu największe ryzyko szkód o znaczeniu ekonomicznym występuje w okresie: kiełkowania, wschodów i rozwoju pierwszych liści. Ślimaki uszkadzają rośliny bezpośrednio po wschodach niszcząc całkowicie liścienie i pierwszą parę rozwijających się liści. Uszkodzenia w późniejszych fazach rozwojowych roślin (2–5 para liści) w postaci obgryzionych brzegów i otworów w liściach powodują znaczne osłabienie roślin, a niekiedy ich zasychanie. Ślimaki uszkadzają także starsze rośliny, zarówno ich liście, pędy, kwiaty i strąki, jednak uszkodzenia te mają mniejszy wpływ na ograniczenie plonu aniżeli uszkodzenia

wczesnych faz rozwojowych roślin. Duże znaczenie mają także uszkodzenia pąków wierzchołkowych łubinu, powodujące ograniczenie wzrostu roślin.

Wielkość szkód wyrządzanych przez ślimaki nagie w uprawach łubinu zależy od: składu gatunkowego ślimaków, ich liczebności i aktywności żerowania. Czynniki te są determinowane przez: warunki meteorologiczne, edaficzne, agrotechniczne i uprawowe. Wszystkie gatunki ślimaków nagich wykazują najwyższą aktywność żerowania podczas pochmurnej i deszczowej pogody i przy występowaniu rosy, gdy wilgotność powietrza wynosi ponad 90%. W obawie przed odwodnieniem ślimaki żerują głównie w nocy. W ciągu dnia, zwłaszcza przy słonecznej i suchej pogodzie, kryją się w glebie, w zarośniętych miedzach, rowach lub pod roślinami. Optymalne warunki żerowania ślimaków występują w temperaturze powietrza 16–20°C. Przy wysokiej wilgotności powietrza i gleby mogą żerować i powodować uszkodzenia roślin nawet w temperaturze 1–2°C. W związku z bardzo dużym zapotrzebowaniem na wodę, ślimaki najliczniej występują w uprawach prowadzonych na ciężkich, wilgotnych glebach gliniastych i ilastych z dużą ilością grud gleby i resztek pożniwnych, w których znajdują liczne kryjówki i pokarm. Unikają natomiast suchych gleb piaszczystych. Uszkodzeniom roślin łubinu przez ślimaki sprzyja wilgotna i umiarkowanie ciepła pogoda, zwłaszcza krótka łagodna i śnieżna zima oraz ciepła i wilgotna wiosna. Duży wpływ na wielkość uszkodzeń roślin mają stosowane zabiegi agrotechniczne i uprawowe takie, jak przygotowanie pola do siewu, głębokość siewu, jakość przykrycia nasion glebą, rozstaw roślin, zmianowanie roślin i dobór odmian. Czynnikami, które w znacznym stopniu zwiększają ryzyko uszkodzeń roślin są: złe zdrenowanie pola, brak intensywnych zabiegów uprawowych, obecność samosiewów roślin z poprzedniej uprawy i chwastów, występowanie zwartej roślinności w sąsiadujących miedzach, rowach lub zaroślach, grudowata struktura gleby, płytki siew i niedokładne przykrycie nasion glebą oraz stosowanie odmian wrażliwych na żerowanie ślimaków.

Łubin, podobnie jak inne gatunki roślin z rodziny bobowatych zawiera liczne alkaloidy quinolizidinowe, które wykazują aktywność przeciwko niektórym szkodnikom i grzybom oraz mają deterentne działanie na ślimaki. Stwierdzono, że niektóre alakaloidy (sparteina, lupanina, cysterina, atropina, senecionina, eserina, harmalina) aplikowane bezpośrednio na ślimaki mogą być dla nich toksyczne. Informacje z literatury i wyniki badań własnych wykonanych w Instytucie Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu wskazują, że odmiany łubinu zawierające większą zawartość alkaloidów są znacznie słabiej uszkadzane przez ślinika luzytańskiego niż odmiany z małą zawartością tych związków. Sugeruje to, że ryzyko uszkodzeń roślin przez ślimaki jest znacznie większe w uprawach odmian łubinu o niskiej zawartości alkaloidów.

8.3. Niechemiczne metody ochrony

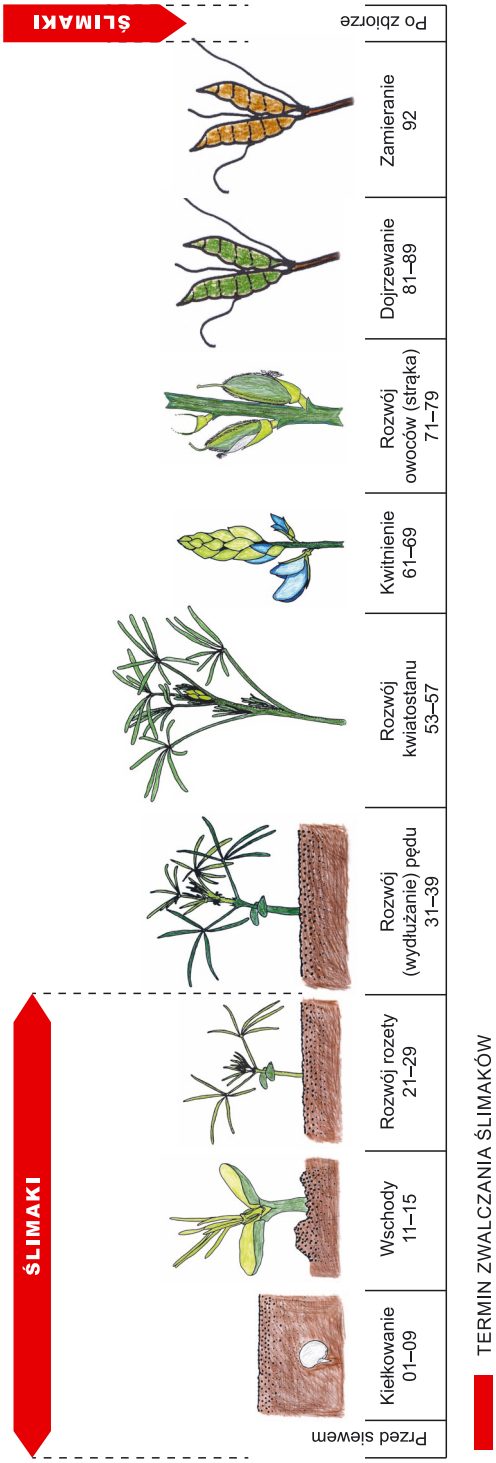
Niechemiczne metody zwalczania ślimaków w uprawie łubinu, podobnie jak w przypadku innych roślin rolniczych, polegają na stosowaniu odpowiednich zabiegów profilaktycznych, agrotechnicznych i uprawowych oraz zabiegów biologicznych. Zabiegi ograniczające występowanie ślimaków w uprawach to: osuszanie zbyt wilgotnych pól, częste wykaszanie miedz i rowów, usuwanie resztek pożniwnych i chwastów z uprawy, podorywki, orka i bronowanie gleby. Zabiegi te ograniczają miejsca bytowania ślimaków i źródła pokarmu, co w znacznym stopniu hamuje ich rozwój i zmniejsza liczebność. Bronowanie i wałowanie gleby wykonane podczas słonecznej i suchej pogody, powoduje zniszczenie dużej ilości jaj i młodocianych ślimaków występujących w glebie. W przypadku stwierdzenia dużej liczby ślimaków na polu przeznaczonym pod łubin, zabiegi te należy rozpocząć przed zimą podczas uprawek pożniwnych (orka siewna, bronowanie) i kontynuować w następnym roku wiosną przed siewem roślin (dwukrotne bronowanie, wzdłuż i w poprzek pola). Wykonanie wszystkich zabiegów agrotechnicznych może zmniejszyć liczebność populacji ślimaków o ponad połowę. W ograniczeniu szkód powodowanych przez ślimaki w uprawie łubinu duże znaczenie mają także: rotacja roślin w zmianowaniu, długi okres odłogowania pól, uprawa odmian mniej wrażliwych na ślimaki, wczesny i głęboki siew oraz duży rozstaw roślin. Zaleca się także stosowanie szybko kiełkujących odmian łubinu w celu skrócenia czasu rozwoju najbardziej wrażliwych na uszkodzenia wczesnych stadiów rozwojowych roślin. W miejscach masowego występowania ślimaków takich, jak miedze, rowy, zarośla, zgłębienia terenu, itp., liczebność ślimaków można ograniczyć za pomocą biopreparatu Nemaslug (Becker Underwood, Anglia). Ten biopreparat zawiera infekcyjne stadia nicienia *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Schneider), które po dostaniu się do ślimaków przenoszą bakterię *Moraxella osloensis*. Substancje produkowane przez tą bakterię powodują śmierć ślimaków w ciągu 7–10 dni po aplikacji biopreparatu. Nemaslug jest skuteczny na wszystkie stadia rozwojowe pomrowika plamistego oraz młodociane stadia ślinika luzytańskiego i wielkiego, także na inne gatunki szkodliwych ślimaków. Jest całkowicie bezpieczny dla środowiska i zalecany jest do stosowania głównie w ogrodach i w gospodarstwach ekologicznych. Zastosowany w warunkach wilgotnej jesieni lub wiosny może w znacznym stopniu ograniczyć liczebność populacji ślimaków w uprawie łubinu.

8.4. Metody oceny zagrożenia roślin oraz progi szkodliwości

Podstawowym elementem oceny zagrożenia roślin łubinu przez ślimaki jest określenie ich liczebności oraz wielkości uszkodzenia roślin w okresie wschodów i rozwoju pierwszych liści. Przedstawione poniżej metody oceny zagrożenia łubinu przez ślimaki są podobne do opracowanych wcześniej metod dla rzepaku i innych roślin dwuliściennych.

Liczebność i rozmieszczenie ślimaków w uprawach określa się na podstawie liczby ślimaków odłowionych w pułapki chwytne. Dostarczają one danych odnośnie względnej liczby ślimaków i stopnia ich aktywności powierzchniowej. Do odłowu ślimaków stosuje się maty diagnostyczne o wymiarach 50 x 50 cm. Są one wykonane z arkuszy filcu pokrytego od góry folią aluminiową odbijającą światło i od dołu, czarną folią (fot. 24). Maty umieszcza się na powierzchni zwilżonej gleby i mocuje metalowymi szpilkami do podłoża. Ślimaki gromadzą się pod matami wykorzystując je, jako kryjówki, w których przebywają podczas dnia i w nocy. Zamiast mat można zastosować duże podstawki pod doniczki, kawałki płyt pilśniowych i drewnianych lub wykładzin. Pod pułapkami umieszcza się przynęty w postaci kawałków świeżych warzyw (kapusta, sałata, buraki, ziemniaki lub inne), które należy wymieniać 3 razy w tygodniu, po policzeniu odłowionych ślimaków. Pułapki rozkłada się losowo w różnych częściach pola, uwzględniając miejsca położone w pobliżu miedz i zarośli, miejsca wilgotne, zagłębienia terenu, miejsca z ciężką glebą itp. Należy umieścić, co najmniej 10 pułapek na 1 ha uprawy. W celu oceny rozmieszczenia ślimaków, należy zastosować, co najmniej 30 pułapek na 1 ha powierzchni uprawy. Umieszczenie dużej liczby pułapek umożliwia wyznaczenie ognisk ich występowania, w których gromadzą się ślimaki, co w znacznym stopniu ułatwia ustalenie miejsc wykonania zabiegów zwalczania. Monitoring występowania i liczebności ślimaków w uprawach łubinu powinien być prowadzony od zbioru przedplonu do fazy rozwojowej 3–4 liście. Najważniejszym terminem jest okres bezpośrednio przed wysiewem nasion. Pułapki sprawdza się 2–3 razy w tygodniu i liczy odłowione ślimaki. Na podstawie uzyskanych danych w kolejnych terminach obserwacji oblicza się średnią liczbę ślimaków na pułapkę. Uzyskane wartości porównuje się z wartościami przyjętymi, jako próg szkodliwości i na tej podstawie ustala się potrzebę i termin wykonania zabiegów zwalczania ślimaków na monitorowanej plantacji.

Drugą metodą oceny zagrożenia roślin łubinu przez ślimaki jest określenie wielkości uszkodzeń roślin. Obserwacje rozpoczyna się w okresie wschodów roślin i prowadzi się do fazy 5 liści właściwych, w wyznaczonych punktach obserwacyjnych. Na plantacjach o powierzchni do 2 ha wyznacza się po 10–15 punktów obserwacyjnych natomiast na plantacjach większych, liczbę punktów zwiększa się o 2 na każdy następny hektar. W wyznaczonych punktach obserwuje się wzdłuż losowo wybranego rzędu: po 20 siewek w fazie liścieni i 1 liścia lub po 10 roślin w fazie od 2 do 5 liści. Ocenę przeprowadza się na podstawie obserwacji liczby uszkodzonych roślin i stopnia ich uszkodzenia. Stopień uszkodzenia roślin określa według 3-stopniowej skali: a) słaby – uszkodzenie od 1 do 25% powierzchni liści, nadgryzione brzegi i wierzchołki liści lub wygryzione niewielkie otwory; b) średni – uszkodzenie od 26 do 50% powierzchni liści, nadgryzione brzegi i wierzchołki liści, wygryzione duże otwory lub połowa liści zdrowych, a reszta prawie całkowicie zniszczona; c) silny – uszkodzenie ponad 50% powierzchni liści, wszystkie liście silnie uszkodzone i zniszczony pąk wierzchołkowy.



Rys. 4. Kalendarium występowania i zwalczania ślimaków

Progi szkodliwości ustalono dla dwóch terminów związanych z wczesnymi fazami rozwoju roślin łubinu, pierwszy w okresie wschodów roślin i rozwoju pierwszej pary liści, a drugi w okresie rozwoju kolejnych liści. Są one następujące:

I termin: bezpośrednio po wschodach oraz faza 1 liścia (BBCH 15–21):
– 2–3 ślimaki średnio na pułapkę,
– uszkodzenie 5% roślin w stopniu średnim i silnym.

II termin: faza 2–5 liści (BBCH 22–25):
– 4 lub więcej ślimaków średnio na pułapkę,
– uszkodzenie 10% roślin w stopniu średnim i silnym.

W związku z dynamicznym rozprzestrzenianiem się rodzimych i obcych inwazyjnych gatunków ślimaków, zmianami klimatycznymi oraz zmianami w technologii uprawy łubinu, wzrasta zagrożenie ze strony tych szkodników. Potencjalnie duży wpływ na wzrost szkód w łubinie ma uprawa nowych odmian charakteryzujących się zmniejszoną zawartości alkaloidów, które mogą chronić rośliny przed żerowaniem ślimaków. Ograniczenie zawartości tych związków w łubinie sprawia, ze rośliny są bardziej smakowite dla ślimaków i stają się poszukiwanym pokarmem. W związku z tym istnieje potencjalne zagrożenie wystąpienia znacznych szkód w uprawach łubinu na obszarach zasiedlonych przez ślimaki.

8.5. Chemiczne metody ochrony

Do chemicznego zwalczania ślimaków zalecane są granulowane przynęcające moluskocydy zwierające s.a. metiokarb (Mesurol Alimax 02 RB) lub metaldehyd (Glansit 06 GB, Snacol 05 GB, Ślimax 04 GB) oraz potas w formie siarczkowej (Ślimak-Stop 47 FG). Środki te, zwłaszcza metiokarb i metaldehyd, zastosowane w odpowiednich warunkach wykazują wysoką skuteczność przeciwko wszystkim gatunkom ślimaków nagich, jednak żaden z nich nie został zarejestrowany do ochrony roślin łubinu. Można je wykorzystać do zwalczania ślimaków: w miedzach, rowach i zaroślach sąsiadujących z uprawami łubinu, z których ślimaki migrują na uprawy w poszukiwaniu pokarmu. Na powierzchniach pozbawionych roślin ślimaki można zwalczać za pomocą wapna niegaszonego, które powoduje ich odwodnienie i zamieranie krótko po zastosowaniu. Stosuje się je podczas suchej i słonecznej pogody, w dawce 400 kg/ha, najlepiej wieczorem, dwukrotnie w odstępie 0,5–1,0 godziny, po połowie zalecanej dawki.

IX. WSTĘPNE ZALECENIA ODNOŚNIE OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ ZWIERZYNĘ ŁOWNĄ W UPRAWACH ŁUBINU

Roman Krawczyk, Joanna Zamojska, Paweł Węgorek

Postęp hodowli w kierunku uszlachetnienia odmian łubinu jest znaczący. Zmniejszenie zawartości alkaloidów, stanowiących ewolucyjnie wykształcony mechanizm naturalnej obrony łubinu przed roślinożercami, umożliwiło szersze wykorzystanie ich jako wysokobiałkowego komponentu mieszanek paszowych, ale także w diecie człowieka, co przyczyniło się do zwiększenia ich popularności jako rośliny rolnicze. Jednakże zmniejszenie ilości substancji antyżywieniowych ukazało drugą stronę. Wstępne badania przeprowadzone w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu (IOR – PIB) potwierdziły zauważone w praktyce rolniczej zróżnicowanie preferencji pokarmowych zwierząt łownych w odniesieniu do odmian łubinu.

W praktyce rolniczej okazało się, że nowe, uszlachetnione odmiany łubinu o obniżonej zawartości alkaloidów, stały się pożądanym pokarmem niektórych gatunków zwierząt łownych, głównie jeleniowatych – jelenia szlachetnego, daniela i sarny oraz w mniejszym zakresie również zająca i dzika. Uszlachetnienie odmian w kierunku zmniejszenia zawartości alkaloidów okazało się więc „mieczem obosiecznym", podobnie jak miało to miejsce w hodowli: rzepaku, ziemniaka i niektórych innych gatunków roślin rolniczych. Choć upodobanie zwierzyny łownej do nowych odmian łubinu jest faktem znanym rolnikom od dawna, to jednak brakuje aktualnych opracowań naukowych na temat preferencji żerowych i wielkości start oraz zagrożeń powodowanych przez konkretne gatunki ssaków w uprawianych współcześnie odmianach tej rośliny. Tak, jak w przypadku innych upraw rolniczych, żerowanie niektórych gatunków zwierząt na plantacjach łubinu może wywołać wielorakie skutki ujemne, których efektem jest spadek plonu. Prac na temat start powodowanych przez zwierzynę łowną w uprawach roślin rolniczych przybywa, jednak literatura naukowa dotycząca łubinu wymaga poszerzenia i uzupełnienia. Jak wspomniano spośród gatunków zwierząt łownych największe szkody w uprawach łubinu powoduje sarna, jeleń i daniel. Najważniejsze cechy biologii i etologii tych zwierząt podane są w poniższym opisie:

Jeleń, sarna i daniel należą do rzędu parzystokopytnych (Artiodactyla), rodziny jeleniowatych (Cervidae).

Populacja **jelenia szlachetnego – *Cervus elaphus* L.** w Polsce w ostatnich latach silnie wzrosła i wynosi obecnie prawie 200 tys. osobników. Samce osiągają średnią masę 140–240 kg, a samice 75–110 kg. Gatunek ten posiada ewolucyjnie wykształcone duże zdolności adaptacyjne, dzięki czemu wykazuje plastyczność

przystosowawczą do zmiennych warunków egzystencji różnych jego populacji. Z natury preferuje tereny otwarte, dziś jednak, ze względu na zmiany cywilizacyjne, przebywa i rozwija się zarówno w dużych, jak i małych kompleksach leśnych, przebywając tylko okresowo na polach uprawnych, gdzie poszukuje wysokoenergetycznego i łatwostrawnego pokarmu. Choć występuje na terenie całej Polski, to zagęszczenie jego populacji jest wyraźnie wyższe w zachodnich rejonach kraju. Żyje w ugrupowaniach stadnych i tylko starsze samce poza okresem rui prowadzą samotny tryb życia. Roczny przyrost liczebności populacji jelenia w Polsce wynosi średnio około 30% . Samice po trwającej 230–240 dni ciąży, rodzi wiosną najczęściej 1, a czasami 2 młode, które dojrzałość osiągają po 2 latach życia. Jeleń osiąga wiek 15–25 lat. Obecnie ze względu na antropopresję prowadzi głównie nocny tryb życia. Jest gatunkiem roślinożernym, zjadającym dziennie około 15 kg pokarmu. Ponad 50% diety jeleni stanowią rozmaite gatunki traw. Szkody w uprawach rolnych dotyczą głównie: rzepaku, kukurydzy, ziemniaka, ozimin zbóż oraz łubinu. W lesie zwierzę powoduje szkody w młodych uprawach, odrywając i zjadając korę z młodych drzew oraz zgryzając wierzchołki pędów głównych. Na rozwój jelenia wpływają przede wszystkim czynniki środowiskowe i klimatyczne. Utrzymanie liczebności populacji tego gatunku w Polsce na właściwym poziomie spoczywa na gospodarce łowieckiej.

Sarna – *Capreolus capreolus* L. jest najmniejszym spośród jeleniowatych zwierzęciem występującym w Polsce. Jej liczebność szacowana jest na około 830 tys. osobników. W zachodniej Polsce zagęszczenie populacji tego gatunku jest najwyższe i osiąga w optymalnych warunkach środowiskowych około 50 osobników na 1000 ha pól. Sarna ma specyficzne zwyczaje pokarmowe, w odróżnieniu od pozostałych gatunków występujących w Polsce jeleniowatych, odżywia się prawie wyłącznie świeżymi, żywymi i lekko strawnymi częściami roślin. W zimie, podobnie jak jeleń, odżywia się oziminami. W krajobrazie rolniczym naszego kraju egzystują ugrupowania tych zwierząt stale związane z polami – tak zwany ekotyp sarny polnej. Sarny leśne odżywiają się pączkami drzew i krzewów, przez co czynią duże szkody w młodych uprawach leśnych. Wielkość samców i samic jest podobna, osiągają średnio 17–25 kg. Gatunek ten wykazuje bardzo dobre przystosowanie do zmieniających się warunków środowiska. Sarna jest zwierzęciem terytorialnym i przy większym zagęszczeniu populacji tworzy na terenach otwartych stada liczące do kilkudziesięciu osobników, adaptuje się nawet do życia w pobliżu dróg komunikacyjnych i zabudowań. Ulubionym pokarmem są: oziminy zbóż, rzepak, kukurydza i rośliny bobowate. Dobowe zapotrzebowanie na świeży pokarm roślinny sarny wynosi około 1,5–2,5 kg dziennie. Przyrost populacji sarny w Polsce wynosi rocznie około 40%. Na rozwój sarny w Polsce wpływają silnie czynniki środowiskowe i klimatyczne. Liczebność populacji regulowana jest przez gospodarkę łowiecką.

Daniel – *Dama dama* L. nie jest gatunkiem rodzimym w naszym kraju. Introdukowany do Polski w celach łowieckich i hodowlanych w XII wieku, doskonale zaadoptował się i liczy obecnie ponad 20 tys. Osobników, a jego populacja ma stałą tendencję wzrostową, przez co jest w Polsce coraz powszechniejszym zwierzęciem łownym. Waga dorosłych osobników wynosi około 50–100 kg. W naszym kraju typowym środowiskiem daniela jest rzadki las. Podobnie do jelenia i sarny, daniel jest gatunkiem społecznym, tworzącym grupy rodzinne składające się w lasach z 4–6 osobników, natomiast na polach z 10–20 osobników. W okresie zimy daniele łączą się w stada mogące liczyć ponad 100 osobników. Odżywia się głównie: trawami, krzewami, korą drzew oraz roślinami uprawnymi między innymi łubinami. W lasach powoduje często szkody zgryzając pędy, zjadając pączki i korę młodych drzew i krzewów. Samice, po ciąży trwającej 230 dni, rodzą w czerwcu 1 cielę w sezonie, a przyrost populacji wynosi w Polsce 30%. W naturze żyje około 10–12 lat. Żeruje zarówno w nocy, jak i za dnia.

Na rozwój daniela wpływają przede wszystkim czynniki środowiskowe i klimatyczne. Liczebność populacji daniela regulowana jest przez myśliwych.

W aspekcie ochrony roślin przed zwierzętami łownymi w ostatnich latach zauważa się ich zmienione zachowanie w środowisku. U zwierząt żyjących w ugrupowaniach rodzinnych lub stadnych, adaptatywnych zachowań młode uczą się przez obserwację i naśladowanie zwierząt starszych – najbardziej doświadczonych. Zachowania społeczne i życie w grupie, są więc korzystne i przynoszą, tak żyjącym gatunkom szersze możliwości przystosowawcze. Jeleń, daniel i sarna używają głosu i feromonów do ostrzegania się lub wabienia i mają dużą zdolność zapamiętywania minionych wydarzeń i sytuacji, które w swym życiu napotkały. Cechy związane z etologią tych zwierząt sprawiają, że w dniu dzisiejszym mniejsze są możliwości ochrony roślin przy użyciu tak zwanych konwencjonalnych metod profilaktycznych: agrotechnicznych, hodowlanych, mechanicznych oraz chemicznych. Decydującym czynnikiem ograniczającym szkody powodowane przez opisane gatunki w uprawach rolnych jest stała redukcja ich populacji o około 30–40% rocznie. Trzeba sobie zdawać sprawę, że jest to konieczność, bez której przy ich wysokim potencjale rozrodczym, nastąpiłaby dalsza eksplozja liczebności populacji zwierząt łownych co doprowadziłoby do bardzo wysokich strat w gospodarce rolnej i leśnej.

W trakcie badań prowadzonych w latach 2011 i 2012 w IOR – PIB w Poznaniu dotyczących skuteczności ochrony herbicydowej nowych odmian łubinu wąskolistnego, stwierdzono intensywne żerowanie sarny na niektórych odmianach, co wyraźnie wpłynęło na zmniejszenie plonu oraz pogorszenie jego jakości. Wtórnym skutkiem żerowania zwierząt łownych był między innymi zauważalny wzrost infekcji chorobowych i zachwaszczenia. Stwierdzono, że rośliny łubinu przygryzane w trakcie wzrostu miały przedłużoną wegetację i nierównomiernie dojrzewały. Jest to zjawisko szczególnie niekorzystne dla upraw nasiennych. W sytuacjach

wystąpienia dużego zróżnicowania w fazach dojrzewania plantacja wymaga polowych zabiegów defoliacji lub desykacji, względnie – dosuszenia nasion pod zbiorze. Jakość materiału nasiennego z plantacji nierówno dojrzewających jest słaba lub zła ponieważ znacznie obniża się zdolność kiełkowania nasion. W takich sytuacjach nie należy przeznaczać ich na materiał siewny, natomiast można je wykorzystać jako komponent pasz.

W trakcie doświadczeń stwierdzono, że przygryzanie przez zwierzęta łowne siewek i starszych roślin opóźnia zakrycie międzyrzędzi, co skutkowało wzrostem zachwaszczenia wtórnego (fot. 25). W wyniku dobrej skuteczności zabiegów herbicydowych nie występuje zagrożenie wtórnego zachwaszczenia. W sytuacji słabego działania herbicydów, na przykład na skutek niekorzystnego przebiegu warunków pogody lub w warunkach prowadzenia upraw w gospodarstwach ekologicznych, w których nie stosuje się chemicznych środków ochrony roślin, intensywne żerowanie zwierzyny może przyczyniać się do zwiększenia zachwaszczenia wtórnego, co w skrajnych przypadkach może prowadzić do likwidacji plantacji.

Zróżnicowanie preferencji żerowania zwierząt łownych względem odmian łubinu wąskolistnego wskazuje na możliwości sterowania w praktyce tym zjawiskiem i może mieć znaczenie w ograniczeniu szkód łowieckich na zagrożonych tym zjawiskiem terenach rolniczych. Obecnie na obszarach o zwiększonym ryzyku powstawania szkód, przeciwdziała się żerowaniu zwierzyny przez grodzenie małych plantacji, stosowanie środków odstraszających oraz kształtowanie krajobrazu rolniczego. W miejscach szczególnie narażonych wskazany jest wysiew wspomnianych odmian gorzkich (o wysokiej zawartości alkaloidów) lub odmian słodkich, ale mniej preferowanych jako pokarm przez zwierzynę łowną. Różnica w preferencji pomiędzy odmianami łubinu słodkich, o podobnej zawartości alkaloidów, wynika z różnych proporcji poszczególnych alkaloidów w odmianach. W celu zmniejszenia strat łowieckich zaleca się również stosowanie siewu łubinu w mieszankach ze zbożami, ponieważ w trakcie doświadczeń IOR – PIB stwierdzono, że w istotny sposób zmniejsza to straty powodowane przez ssaki łowne i jednocześnie ogranicza zachwaszczenie wtórne. Opisane spostrzeżenia dotyczące preferencji żerowych zwierzyny łownej w odniesieniu do nowych odmian łubinu wąskolistnego i wysiewania w mieszankach ze zbożami mają charakter badań wstępnych. Zalecenia dla praktyki rolniczej, oparte o naukowe podstawy, wymagają dalszych, poszerzonych doświadczeń.

Fot. 25. Uszkodzenia powodowane prze zwierzynę łowną łubinie wąskolistnym w okresie rozwoju pędu (skala BBCH 33–39)

Fot. 26. Zróżnicowany stopień uszkodzeń żerowych zwierzyny łownej powstałych w fazie rozwoju strąka (BBCH 77/81) w zależności od gatunku i odmiany łubinu w badaniach IOR – PIB w 2012 r.: z lewej łubin wąskolistny – Regent; w środku łubin żółty – Perkoz; z prawej: łubin wąskolistny – Zeus

X. PRZYGOTOWANIE DO ZBIORU, ZBIÓR, TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE

Stanisław Stawiński, Lech Boros, Roman Krawczyk

Sposób postępowania w okresie dojrzewania roślin łubinu uzależniony jest głównie od przebiegu pogody i stopnia zachwaszczenia plantacji oraz równomierności dojrzewania. W latach o korzystnym rozkładzie opadów i temperatury sprzyjających równomiernemu dojrzewaniu przeprowadzenie zbioru nie jest kłopotliwe. Okres żniw w latach o nadmiernej ilości opadów, łączy się ryzykiem strat w ilości lub jakości plonu nasion w następstwie wydłużenia wegetacji i nierównomiernego dojrzewania (Bieniaszewski i wsp. 200; Szukała 2000). Również niedobór opadów, szczególnie w drugiej połowie wegetacji, wpływa na pogorszenie parametrów wartości siewnej nasion (Faligowska i Szukała 2012). Najkorzystniejszy jest wariant suchej i ciepłej pogody oraz niezachwaszczonej plantacji. W takim przypadku należy tylko oczekiwać, aż wszystkie rośliny i strąki zbrązowieją, wilgotność nasion spadnie poniżej 15% i przystąpić do kombajnowania. Nieco gorsza sytuacja wystąpi, gdy wprawdzie plantacja będzie wolna od chwastów, lecz ze względu na nierówne dojrzewanie spowodowane mozaiką glebową zbiór trzeba odłożyć. Przy braku deszczu będzie to posunięcie jak najbardziej wskazane. Często występujące opady deszczu mogą spowodować pogorszenie jakości nasion na roślinach najwcześniej dojrzałych. Wówczas należy zdecydować na desykację. Najgorszy wariant to silnie zachwaszczona plantacja z roślinami dojrzewającymi w okresie przekropnej pogody. W takiej sytuacji konieczny jest zabieg desykacji. Wskazany jest on zresztą zawsze w sytuacji wystąpienia średniego i silnego zachwaszczenia (chyba, że w okresie dojrzewania panuje silna susza). Związane to jest z bardzo negatywnym oddziaływaniem chwastów na sam proces kombajnowania (niedrożność sit, zapychanie bębna, nawijanie na motowidło, trudności z opróżnianiem zbiornika), a także ze znacznym zwiększeniem wilgotności zebranych nasion oraz utrudnionym wymłacaniem strąków łubinu żółtego. Realia ekonomiczne uprawy wskazują, że nie opłaca się przeprowadzać zbioru dwufazowego, jako zamiennika desykacji, który zresztą w okresie częstych opadów deszczu sytuację może tylko pogorszyć.

Materiał nasienny roślin strączkowych cechuje większa różnorodność nasion w partii, niż roślin zbożowych. Wynika to z większej zmienności maternalnej, fluktuacyjnej oraz czynników genetycznych (Górecki 1983). Zmienność maternalna związana jest z różną lokalizacja nasion na roślinie, zmienność fluktuacyjna wynika z warunków środowiskowych, a zmienność genetyczna z właściwości fizjologicznych nasion. Odmiany łubinu o wzroście tradycyjnym wyróżniają się większą zmiennością maternalną. U tych odmian najcenniejsze nasiona pod względem wartości siewnej występują w strąkach pędu głównego, natomiast u od-

mian o wzroście zdeterminowanym najcenniejsze nasiona są w dolnych i środkowych strąkach. Odmiany o wzroście zdeterminowanym dojrzewają w krótszym czasie i w mniejszym stopniu reagują na niesprzyjające warunki pogodowe.

Desykację należy przeprowadzić, gdy większość strąków lekko zbrązowieje, a pozostałe są żółte, mając także na uwadze aby okrywa nasienna była wybarwiona na właściwy kolor (skala BBCH 85 – nasiona fizjologicznie dojrzałe). Do desykacji używane są substancje czynne takie, jak: glifosat i jon dikwatu. W warunkach silnego zachwaszczenia samosiewami rzepaku lub rdestówką powojowatą (*Fallopia convolvulus* (L.) Á Löve – wcześniejsza nazwa rdest powojowaty) skuteczniejsze są środki chwastobójcze zawierające substancję czynną glifosat. Termin zbioru od momentu przeprowadzenia desykacji wynosić może od 5 do 21 dni i uzależniony jest od przebiegu pogody i rodzaju zastosowanego preparatu. Najszybciej zasychają rośliny przy suchej i gorącej pogodzie potraktowane preparatami zawierającymi jon dikwatu. Należy jednak zwrócić uwagę, że w przypadku plantacji nasiennych gwałtowne przyspieszenie dojrzewania negatywnie wpływa na zdolności kiełkowania i wigor nasion. Również nadmierne opóźnienie terminu zbioru przy wilgotnej pogodzie niekorzystnie wpłynie na parametry siewne. W badaniach Bubniewicza i Adamczewskiego (1995) efektywność działania desykantów (s.cz.: dimetipin, glifosat, jon dikwatu) stosowanych w tradycyjnej odmianie łubinu żółtego była zależna od przebiegu warunków pogodowych. W badaniach Mystek i Szukały (1997) wartość siewna nasion po desykacji plantacji zależała od współdziałania czynników genetycznych (gatunek/odmiana) i stosowanych desykantów.

W przypadku plantacji nasiennych łubinu wąskolistnego termin zbioru ma znaczący wpływ na parametry wartości siewnej w tym wigoru zebranych nasion. Wyniki badań jakości nasion odmiany Dalbor przeprowadzone przez Boros i wsp. (2012) pokazały, że zarówno przyspieszony, jak i opóźniony zbiór nasion powodował istotną redukcję zdolności kiełkowania i wigoru nasion (tab. 15).

Metody zbioru są wymieniane jako jedna z praktyk rolniczych, które wpływają na wartość biologiczną nasion. Zdaniem niektórych autorów zbiór dwuetapowy wpływa korzystnie na wigor i żywotność nasion roślin strączkowych w tym łubinu wąskolistnego. Potwierdzają to również wyniki prac Kurasiak–Popowskej i Szukały (2007). Korzystny wpływ dwuetapowego zbioru łubinu wąskolistnego na wartość biologiczną nasion, jest wynikiem migracji składników odżywczych z roślin do nasion i ich powolne osuszanie w naturalnych warunkach. Jednak jak wspomniano wcześniej realia ekonomiczne wskazują, że nie opłaca się przeprowadzać zbioru dwuetapowego. Według Prusińskiego (2001) w przypadku zbioru jednoetapowego na wymłacalność strąków, jak również na skalę uszkodzeń mechanicznych nasion, wpływają obroty bębna młócącego, które powinny być zredukowane do minimum. Badania Orzechowskiego i wsp. (1987) oraz Siwiłło i Wrony (1994) wykazały, że zbiór łubinu wąskolistnego kombajnem zbożowym

powodował makrouszkodzenia nasion w przedziale 4,9–8,9%, a utrata wilgotności nasion podczas zbioru skutkowała wzrostem uszkodzeń. Wyniki badań własnych wskazują na to, że właściwe i terminowe wykonanie zbioru w dużym stopniu decyduje o wartości siewnej, reprodukcyjnej i przechowalniczej nasion łubinu wąskolistnego (tabela 16).

Tabela 15. Wpływ terminów zbioru na parametry wartości siewnej nasion odmiany Dalbor

Parametry wartości siewnej	Terminy zbioru		
	Przyspieszony	Optymalny	Opóźniony
Zdolność kiełkowania (%)	83,5	93,0	43,5
Test elektroprzewod. ($\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$)	23,2	21,10	32,36
Test wzrostu siewek (cm)	12,3	14,55	9,15
Test szybkości wzrostu (mg/siew.)	67,2	63,7	70,75
Indeks wigoru	1029,5	1353,5	395,0
Długość siewek (cm)	28,25	32,35	21,1

Źródło: Boros L., Stawiński S., Wawer A. 2012

Tabela 16. Technologia zbioru a wartość siewna nasion odmiany Dalbor

Parametry wartości siewnej	Technologia zbioru		
	ręczny	kombajn doświadczalny	kombajn rolniczy J. Deere 1075
Zdolność kiełkowania	97,0	93,0	92,5
Test elektroprzewodnictwa	18,36	21,10	15,75
Test wzrostu siewek	15,55	14,55	13,7
Test szybkości wzrostu	77,6	63,7	90,5
Indeks wigoru	1510,5	1353,5	1267,5
Długość siewek	33,8	32,35	31,85

Źródło: Boros L., Stawiński S., Wawer A. 2012

Zbioru kombajnem dokonuje się, gdy rośliny są całkowicie suche, a wilgotność nasion spadnie poniżej 15%. W przypadku nasion paszowych może spaść nawet do 10–12% bez uszczerbku dla ich jakości, umożliwiając ponadto długie nawet wieloletnie przechowywanie. W przypadku uprawy na cele siewne, zbiór zbyt suchych nasion poniżej 12% zawartości wilgoci może spowodować wzrost uszkodzeń, a nawet ich rozpoławianie. Nasiona takie charakteryzują się obniżoną zdolnością kiełkowania i dużą liczbą nienormalnie kiełkujących. Najbezpieczniej omłacać plantacje, gdy wilgotność nasion łubinu zawiera się w granicach 13–14,5%.

Termin zbioru w dobowym profilu czasowym zależny jest od gatunku. Łubin żółty ze względu na trudno omłacalne strąki zbierać należy w godzinach popo-

łudniowych, przy suchej, słonecznej pogodzie. Zbiór łubinu wąskolistnego jest łatwiejszy i omłacać go można w ciągu całego dnia podobnie jak zboża. Różnice między tymi gatunkami wynikające ze stopnia trudności wymłacania strąków (bardzo łatwe w łubinie wąskolistnym i bardzo trudne w łubinie żółtym), rzutują także na sposób ustawienia elementów kombajnu. Łubin żółty należy omłacać przy obrotach bębna 550–700/min. i zwartym koszu omłotowym. Po rozpoczęciu kombajnowania należy sprawdzić, czy za kombajnem w miejscu wyrzutu plew nie leżą niedomłócone strąki. W przypadku plantacji nasiennych pojawia się często dylemat wynikający z tego, że zwiększenie obrotów bębna powoduje często silne uszkadzanie nasion natomiast niskie obroty generują nieomłoty. Nieraz zbiór trzeba odłożyć na jakiś czas, aż strąki stracą swoją sprężystość i zaczną się łatwiej otwierać. Takie postępowanie w przypadku wilgotnej pogody może jednak grozić pogorszeniem jakości nasion. Odwrotnie postępujemy w przypadku omłotu łubinu wąskolistnego, gdyż kosz omłotowy maksymalnie rozwieramy, a obroty bębna ustawiamy w przedziale 450–600 obrotów na minutę. Należy zwrócić też uwagę na ustawienie motowideł i nie należy wysuwać ich zbyt mocno przed heder aby nie dochodziło do strącania strąków na ziemię (łubin żółty) lub ich samoistnego otwierania się (łubin wąskolistny).

Zawsze trzeba oznaczyć wilgotność zebranych nasion, aby mieć pewność, że nie przekracza ona 15%. Jeśli zebrane nasiona łubinu są zanieczyszczone wilgotnymi nasionami chwastów, szczególnie komosy białej, należy je jak najszybciej wstępnie oczyścić, aby ich wilgotność nie wzrosła powyżej 15%. Posługując się wilgotnościomierzami o prostszych konstrukcjach elektronicznych, należy uwzględnić fakt, że pomiar wilgotności świeżo zebranych nasion jest o 1,5–3% niższy od rzeczywistej wilgotności (mierzą tylko wilgoć powierzchniową). Wówczas pomiar należy powtórzyć następnego dnia, gdy wilgoć wewnętrzna przeniknie do powierzchni nasienia. Wilgotnościomierze elektroniczne o zaawansowanych rozwiązaniach technologicznych wskazują rzeczywistą wilgotność świeżo zebranych nasion.

Przy składowaniu nasion siewnych ograniczyć należy liczbę operacji transportu przez szybkoobrotowe podnośniki kubełkowe i wysyp nasion na twarde metalowe powierzchnie z dużych wysokości. Unikać należy lub ograniczyć użycie wszelkich przenośników ślimakowych. W trakcie przechowywania nie należy składować nasion na betonowych, nieizolowanych posadzkach, gdyż w takich warunkach po dłuższym okresie przechowywania następuje wzrost wilgotności powyżej 15%. Skutkuje to pogorszeniem parametrów siewnych oraz silnym porażeniem przez grzyby. Takie nasiona nie nadają się zarówno na cele paszowe, jak i siewne.

Według badań australijskich (Blanchard 1990) nasiona łubinu wąskolistnego o wilgotności 14,5% obniżyły swoją żywotność już po 3-miesięcznym przechowywaniu w temp. 30°C, a po 6 miesiącach przechowywania w temp. 20°C. Nie stwierdzono pogorszenia parametrów wartości siewnej nasion łubinu wąskolistnego o wilgotności 13,5% podczas 2 lat przechowywania nasion.

XI. OCHRONA ORGANIZMÓW POŻYTECZNYCH

Grzegorz Pruszyński

Na plantacjach wszystkich roślin uprawnych, obok szkodników, występują owady pożyteczne, a także duża grupa gatunków obojętnych, które rozwijają się na chwastach czy szukają pokarmu i schronienia. Spotykane w uprawie owady pożyteczne, można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to zapylacze, druga to wrogowie naturalni szkodników.

Zapylacze to przede wszystkim przedstawiciele nadrodziny pszczoły, których występuje w Polsce ponad 450 gatunków. Owady zapylające mają szczególny wpływ na wysokość plonu łubinu żółtego, choć jest to gatunek fakultatywnie obcopylny, a więc wydający plon nawet bez zapylenie przez owady. Należy jednak pamiętać, iż prawidłowe i pełne zapylenie wpływa korzystnie nie tylko na wysokość plonu, ale również na jego jakość. Natomiast gatunkiem wyłącznie samopylnym jest łubin wąskolistny, do zapylenia którego dochodzi jeszcze przed otwarciem się kwiatów. Nie oznacza to jednak, że łubin wąskolistny nie jest oblatywany przez pszczoły. Ponadto owady te mogą przebywać na plantacji np. wtedy, kiedy wystąpią mszyce – wówczas mogą zbierać spadź lub, gdy występują kwitnące chwasty.

W uprawie łubinu występuje wiele gatunków wrogów naturalnych szkodników (owady drapieżne, pasożyty, parazytoidy). Gatunki te odgrywają bardzo ważną rolę w ograniczaniu liczebności szkodników.

W celu ochrony i wykorzystania pożytecznej działalności entomofauny należy:

- racjonalnie stosować chemiczne środki ochrony roślin przez odejście od programowego stosowania zabiegów, a decyzję o potrzebie przeprowadzenia zabiegu należy podjąć w oparciu o realne zagrożenie uprawy przez szkodniki ocenianym na bieżąco. Nie należy podejmować zabiegów, jeżeli pojaw szkodnika nie jest liczny i towarzyszy mu pojaw gatunków pożytecznych oraz uwzględnić ograniczenie powierzchni zabiegu do zabiegów brzegowych lub punktowych, jeżeli szkodnik nie występuje na całej plantacji. Zalecać trzeba stosowanie przebadanych mieszanin środków ochrony roślin i nawozów płynnych, co ogranicza liczbę wjazdów na pole i zmniejsza mechaniczne uszkadzanie roślin,
- chronić gatunki pożyteczne przez unikanie stosowania insektycydów o szerokim spektrum działania i zastąpienie ich środkami selektywnymi,
- prawidłowo dobierać termin zabiegu tak, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych,

Fot. 27. Trzmiel na łubinie białym

Fot. 28. Larwy biedronki siebmiokropki zjadające mszycę na łubinie

Fot. 29. Pszczoła miodna zbiera pyłek na łubinie

– stosować zaprawy nasienne, które często eliminują konieczność opryskiwania roślin w początkowym okresie wegetacji,
– mieć świadomość, że chroniąc zapylacze oraz wrogów naturalnych szkodników, chroni się także inne obecne na polu gatunki pożyteczne,
– pozostawiać miedze, remizy śródpolne i inne użytki ekologiczne, gdyż są one miejscem bytowania wielu gatunków owadów pożytecznych,
– należy dokładnie zapoznawać się z treścią etykiety środka ochrony roślin dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzegać informacji w niej zawartych.

XII. ZNACZENIE BAKTERII NITRYFIKACYJNYCH W ROZWOJU ŁUBINU

Joanna Kamasa i Krzysztof Krawczyk

Proces biologicznego wiązania azotu, w warunkach naturalnych jest źródłem dostępnych dla roślin zredukowanych związków azotu w glebie. Ilość tego pierwiastka dostarczanego w ten sposób do globalnego obiegu szacuje się na 100–172 miliony ton (Martyniuk i wsp. 2007). Dla porównania, całkowita ilość azotu wiązanego przemysłowo w produkcji nawozów azotowych szacuje się na 83 miliony ton. Należy podkreślić, że symbioza *Rhizobiów* z 18 000 gatunków bakterii brodawkowych odpowiada za niemal połowę rocznej ilości azotu wiązanego biologicznie w ekosystemach glebowych.

Do lat 60. XX wieku biologiczne wiązanie azotu stanowiło główne źródło tego pierwiastka. Jednakże wzrost produkcji i stosowania sztucznych nawozów azotowych przez człowieka sprawił, że sztuczny azot jest obecnie największym źródłem tego pierwiastka w przyrodzie. Dzięki wzrostowi zużycia nawozów azotowych możliwe było uzyskanie znaczącego wzrostu plonów roślin uprawnych, co pozwoliło zapobiec skutkom niedoboru żywności na świecie. Stosowanie nawozów azotowych miało też swoje ujemne odziaływanie, które uwidacznia się w postaci szkód środowiskowych takich, jak: zanieczyszczenie cieków i zbiorników wodnych rozpuszczalnymi formami nawozów azotowych i fosforowych (eutrofizacja) oraz emisja do atmosfery nadmiernych ilości tlenków azotu oraz gazów takich jak dwutlenek węgla i metan, które w znacznym stopniu odpowiadają za powstawanie efektu cieplarnianego (Van Veen 2000).

Aby zapobiec pogłębianiu się tego problemu w skali światowej, powstała koncepcja zrównoważonego rolnictwa, w której kładzie się szczególny nacisk na ograniczanie stosowania sztucznych nawozów azotowych na przykład przez zwiększenie powierzchni upraw roślin bobowatych (motylkowatych). Symbioza roślin bobowatych z bakteriami *Rhizobium* ma wiele zalet z punktu widzenia zrównoważonego rolnictwa. Zmniejsza ona zapotrzebowanie roślin na sztuczne nawozy azotowe. Rośliny motylkowate poprzez asymilację azotu atmosferycznego dzięki rizobiom, stosowane w płodozmianie, wzbogacają glebę w azot dostępny dla innych roślin w kolejnych sezonach wegetacyjnych. Dzięki temu zabiegowi, plony zbóż uprawianych po roślinach motylkowatych są wyższe i bardziej powtarzalne w kolejnych latach bez stosowania nawozów sztucznych (Hatano i Lipiec 2004). Azot pozyskiwany z roślin motylkowych jest mniej podatny na straty niż chemicznie produkowany w nawozach azotowych. Uprawa roślin bobowatych ogranicza zanieczyszczenie środowiska wynikające z przenawożenia gleby sztucznymi nawozami azotowymi. Często nawet 60% stosowanej dawki azotu sztucznego jest wprowadzane do gleby zamiast do roślin. Taka dawka związków azotowych,

po wymyciu przez deszcze z gleby do wód gruntowych i okolicznych zbiorników wodnych, znacząco przyspiesza ich eutrofizację. Dodatkowym argumentem przemawiającym na korzyść upraw roślin bobowatych jest znaczna redukcja kosztów związanych z zakupem drogich sztucznych nawozów azotowych.

Bakterie nitryfikujące (diazotrofy), określane ogólną nazwą **rizobium**, są glebowymi bakteriami Gram ujemnymi, wiążącymi dzięki enzymowi nitrogenazie azot atmosferyczny i zdolnymi do wytwarzania symbiotycznych brodawek (noduli) korzeniowych, na roślinach motylkowych, za pośrednictwem sygnałów kodowanych przez geny nod. Bakterie te nie mogą jednak wiązać azotu pozostając w formie wolnożyjącej. Dlatego tworzą symbiozę z roślinami z rodziny bobowatych (Fabaceae), w wyniku której następuje wiązanie azotu cząsteczkowego do form zredukowanych, przyswajalnych dla roślin, najczęściej amoniak czy glutaminę. W zamian roślina–gospodarz zapewnia symbiotycznym bakteriom nitryfikującym warunki optymalne dla ich rozwoju (Mancinelli i wsp. 1996; Mancinelli i wsp. 1999).

Najlepiej poznaną grupą tych mikroorganizmów są bakterie z rodzaju *Rhizobium*. Są to ściśle tlenowe pałeczki o wymiarach 0.5–0.9 μm x 1.2–3.0 μm. Są szybkorosnące i nie tworzące from przetrwalnikowych, ruchliwe, posiadają jedną lub dwie do sześciu rzęsek ułożonych peritrichalnie. W ich komórkach można zaobserwować granule PHB. Są chemoorganotrofami. Ich kolonie są zwykle białe, okrągłe, wypukłe, pół–przezroczyste, wzniesione i mukoidalne. Zawartość par G–C w ich genomie wynosi od 59–64%. Ze względu na kształt i wielkość komórki oraz pod względem cech biochemicznych są podobne do wolnożyjących, niesymbiotycznych bakterii wiążących azot cząsteczkowy, jak np. rodzaj *Azotobacter*. Ich optimum wzrostu przypada na zakres temperatury od 25 do 30°C i pH od 6 do 7. Posiadają otoczkę polisacharydową chroniącą je przed wyschnięciem i odgrywającą rolę w adhezji komórek do korzenia rośliny.

Identyfikacja bakterii z rodzaju *Rhizobium* jest relatywnie łatwe jeśli bakterie te izolowane są z noduli korzeniowych, a znacznie trudniejsze, gdy bezpośrednio z gleby. *Rhizobium* nie rosną dobrze na pożywkach zawierających pepton używany rutynowo do hodowli wielu innych organizmów, a dobry wzrost zapewniają podłoża zawierające wyciągi z roślin. Podłoże YM zawierające wyciąg z drożdży i mannitol jest odpowiednie do ich hodowli. Różne substancje chemiczne są używane jako dodatki do podłoży w celu charakterystyki badanych szczepów *Rhizobium*. Na przykład błękit bromotymolowy jest dodawany do podłoża YM i używany jako wskaźnik pH, ponieważ szybko rosnące *Rhizobium* zakwaszają to podłoże, w przeciwieństwie do produktów metabolizmu wolno rosnących bakterie glebowych, które są zasadowe. Inny barwnik, czerwień Kongo, może być pomocny w odróżnieniu rizobiów od innych bakterii glebowych, ponieważ *Rhizobium* w przeciwieństwie do większości bakterii absorbują ten barwnik bardzo

słabo. Istnieje również szereg złożonych podłoży mikrobiologicznych służących do charakterystyki metabolizmu badanych szczepów *Rhizobium*.

Istnieje znacząca różnica pomiędzy wolnożyjącymi asymilatorami azotu, a bakteriami *Rhizobium*. Te pierwsze wiążą azot cząsteczkowy tylko i wyłącznie na potrzeby własnego metabolizmu. Pierwiastek ten jest dostępny dla środowiska i dla roślin dopiero po ich śmierci. Z kolei bakteroidy (*Rhizobium*) wiążą azot głównie dla rośliny rosnącej na glebie ubogiej w azot. U *Rhizobiów* wykształcił się mechanizm uniezależnienia syntezy nitrogenazy od stanu zaopatrzenia komórek w azot. Zużycie azotu cząsteczkowego przez wiążące go bakteroidy jest znikome, dlatego też niemal cały amoniak przez nie wyprodukowany jest w sposób ciągły dostarczany do cytoplazmy komórek rośliny–gospodarza. Jon amonowy w komórkach roślinnych jest wbudowywany do aminokwasów glutaminy lub glutaminianu i w wyniku dalszych przemian jest transportowany poza brodawki w postaci związków amidowych np. asparagina, glutanina u grochu, lucerny, koniczyny lub związków ureidowych np. alantoina u soi (Khan i wsp. 1998).

12.1. Wiązanie azotu cząsteczkowego w brodawkach korzeniowych

Większość gatunków roślin bobowatych tworzy układ symbiotyczny ze specyficznymi tylko dla nich gatunkami rizobiów. Na przykład: koniczyna z *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*, soja z *Bradyrhizobium japonicum*, a łubin z *Bradyrhizobium* sp. Są jednak gatunki rizobiów, które mogą indukować brodawki symbiotyczne na korzeniach różnych roślin strączkowych. Na przykład, bakterie z gatunku *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* są symbiontami roślin z rodzaju: *Vicia* (bobik), *Pisum* (groch) i *Lens* (soczewica), a *Sinorhizobium meliloti* jest symbiontem lucerny, nostrzyku i kozieradki (Martyniuk 2012).

Wzajemne rozpoznanie się partnerów symbiozy opiera się na wymianie specyficznych sygnałów molekularnych pochodzenia roślinnego – flawonoidów oraz bakteryjnego – czynnik Nod (Perret i wsp. 2000; Spaink 2000; Jones i wsp. 2007). W reakcji na swoiste flawonoidy, produkowane przez rizobia regulatorowe białko NodD indukuje ekspresję genów nodulacji (geny *nod*), w wyniku czego syntetyzowany jest niskocząsteczkowy chitolipooligosacharyd zwany czynnikiem Nod (Spaink 2000; D'Haeze i Holsters 2002). Sekrecja czynników Nod przez bakterie zaadsorbowane na powierzchni włośników, do środowiska glebowego wywołuje aktywację roślinnych białek tzw. nodulin, indukcję podziałów komórkowych kory korzenia, powstawanie pierwotnych (merystematycznych) tkanek brodawki, deformacje i skręcanie się włośników korzeniowych i w konsekwencji do powstania brodawki. W późniejszych stadiach kształtowania się brodawki zaktywowane zostają bakteryjne geny *nif* i *fix*, odpowiedzialne za przebieg procesów infekcji (tworzenie nici infekcyjnej) i wiązania N_2 przez bakterie. Przez nici infekcyjnych następuje wnikanie rizobiów do tworzącej się brodawki (Jones i wsp. 2007). Bro-

dawki korzeniowe stanowią dla rizobiów rodzaj „niszy ekologicznej", wewnątrz której panują warunki beztlenowe, a bakterie przyjmują postać tzw. bakteroidów – komórek redukujących azot atmosferyczny przy udziale enzymu nitrogenazy (Kaminski i wsp., 1998; Patriarca i wsp. 2002). W zamian za zredukowane związki azotu roślina dostarcza swoim bakteryjnym symbiontom związki węgla wytworzone podczas fotosyntezy. Zapewniają one bakteroidom energię niezbędną do redukcji azotu atmosferycznego (Karunakaran i wsp. 2009; Prell i wsp. 2009). Po infekcji bakterie dzielą się intensywnie, pobudzając komórki gospodarza do szybkiego wzrostu, który prowadzi do powstania licznych brodawek. Różowe zabarwienie brodawek świadczy o procesie wiązania azotu. Największa intensywność wiązania występuje przed kwitnieniem. Po zakończeniu kwitnienia gospodarza, proces symbiozy słabnie; pula węglowodanów odprowadzanych do brodawek spada, co prowadzi do degeneracji bakteroidów i ich hydrolizy przez enzymy rośliny–gospodarza (Koncewicz i Lewak 1998).

Istnieją dwa główne typy nodul różniących się od siebie cechami takimi, jak: kształt, obecność lub brak stożka merystematycznego i forma azotu w jakiej jest on transportowany do rośliny. Do pierwszego typu zaliczamy nodule posiadające aktywność merystematyczną, czyli rosnące w sposób ciągły. Ich kształt jest zwykle wydłużony, podobny do cylindrycznego. Azot atmosferyczny wiążą do związków amidowych i w takiej formie przekazują go roślinom jak to ma miejsce np.; u grochu, lucerny czy koniczyny. Drugi typ nodul ma najczęściej kształt kulisty, posiada najczęściej czasową aktywność merystematyczną, a związany przez nie azot cząsteczkowy przekazują do rośliny gospodarza w formie ureidów, np. u fasoli czy soi (Vance 1998).

W centralnej części typowej brodawki korzeniowej komórki rizobiów otoczone są przez tzw. membranę peribakteroidalną pochodzenia roślinnego tworząc liczne symbiosomy. W symbiosomach komórki rizobiów przekształcają się w bakteroidy, czyli formę endosymbiotyczną wiążącą azot cząsteczkowy (Kamiński i wsp. 1998; Patriarca i wsp. 2002). Proces ten ma kilka etapów, w trakcie których zmienia się morfologia i fizjologia bakterii brodawkowych. Bakteroidy tracą zdolność do podziałów komórkowych, ale zyskują zdolność do wiązania azotu cząsteczkowego z powietrza. *Rhizobium* żyjące w glebie w postaci niesymbiotycznej nie posiadają tej zdolności.

Konwersja azotu cząsteczkowego do zredukowanych form łatwo przyswajalnych dla roślin, u wszystkich grup bakterii wiążących azot, jest możliwa dzięki złożonemu kompleksowi enzymatycznemu, którego kluczowym elementem jest enzym nitrogenaza. W przypadku symbiotycznych asymilatorów azotu, do prawidłowego przebiegu tego procesu, roślina–gospodarz musi „zapewnić" bakteriom odpowiednie warunki rozwoju. Niezbędny jest stały dopływ do bakterii substancji organicznych wytworzonych przez roślinę w czasie fotosyntezy. Związki te konieczne są bakteroidom do wytworzenia energii niezbędnej do redukcji azotu at-

mosferycznego (Karunakaran i wsp. 2009; Prell i wsp. 2009) oraz niskie stężenie tlenu (5–30 nM) optymalne dla aktywności nitrogenazy.

Nitrogenaza jest enzymem zbudowanym z dwóch komponentów białkowych zawierających metale w swoich centrach aktywnych: białko–MoFe (komponent I) oraz białko–Fe (komponent II). Komponent I, czyli białko–MoFe jest heterotetramerem, który zawiera po dwie kopie centrów aktywnych zwanych kofaktorem–FeMo oraz centrum–P. Białko–Fe jest homodimerem, czyli składa się z dwóch podobnych podjednostek. Do redukcji azotu cząsteczkowego wymagane jest przejściowe połączenie obu tych białek.

Należy podkreślić, że u wszystkich mikroorganizmów mających zdolność biologicznego wiązania azotu atmosferycznego, nitrogenaza jest bardzo podobna pod względem funkcjonalnym i strukturalnym. Poszczególne typy nitrogenaz różnią się między sobą obecnością lub brakiem określonego metalu w kofaktorze, np. molibden (Mo) zamiast wanadu (Va) (Rees 1997; Unkovich i Pate 2000).

Ciekawą właściwością nitrogenazy jest fakt, że pomimo tego, iż występuje ona u organizmów tlenowych, dla których pierwiastek ten jest niezbędny dla życia, enzym ten jest aktywny tylko w warunkach beztlenowych lub w bardzo niskiej koncentracji tlenu. Ilość tlenu występująca w powietrzu enzym ten unieczynnia. Dlatego bakterie rozwinęły różne mechanizmy ochrony nitrogenazy przed toksycznymi koncentracjami tlenu. Bardzo powszechnym sposobem jest rozpoczęcie syntezy w komórkach roślinnych leghemoglobiny, czyli białka o czerwonym zabarwieniu pełniącego w procesie wiązania azotu podwójną rolę. Białko to z jednej strony wiążąc tlen i wykazując silne powinowactwo chroni nitrogenazę przed toksycznym wpływem tlenu. Z drugiej strony ułatwia stałą i efektywną dyfuzję tlenu do bakteroidów, który jest im niezbędny do produkcji energii w procesach oddechowych (Hennecke 1997; Kamiński i wsp. 1998).

Nodule połączone są z wiązkami przewodzącymi, a przez to z centralnym systemem przewodzącym korzenia rośliny – gospodarza przez swoją brzegową część. Tą drogą roślina dostarcza do brodawek asymilaty, głównie węglowodany. Stanowią one źródło energii dla bakteroidów oraz są zasobem podjednostek węglowych koniecznych do asymilacji w komórkach roślinnych amoniaku związanego przez bakteroidy.

Obecnie prowadzone są przez mikrobiologów badania mające na celu wyjaśnienie mechanizmu wiązania azotu przez bakterie. Badania te obejmują mapowanie genetyczne różnych gatunków *Rhizobium* w odniesieniu do ich symbiotycznych roślin, takich jak lucerna czy soja. Celem tych badań jest zwiększenie produktywności roślin bez używania nawozów. W wyniku tych badań stwierdzono, że architektura genomów bakterii z rodzaju *Rhizobium* świadczy o wielkim genetycznym zróżnicowaniu szczepów *Rhizobium*. Geny związane z nodulacją i wiązaniem azotu są zgrupowane na plazmidach symbiotycznych lub wbudo-

wane w chromosom bakteryjny, jako wyspy symbiotyczności (ang. symbiotic islands) (Wielbo i wsp. 2010).

Geny nodulacji zostały zaklasyfikowane do trzech następujących kategorii:

1. podstawowe geny nodulacyjne (*nodABC*);
2. geny specyficzności gospodarza (the host–specificity genes) (*nodFE, nodH, nodG, nodPQ* i kilka innych).
3. rodzina genów regulatorowych *nodD*

12.2. Czynniki agrotechniczne i glebowo-klimatyczne oddziałujące na występowanie i liczebność rizobiów w glebie

Rhizobium występują powszechnie w glebie we wszystkich strefach klimatycznych, od Arktyki po tropiki i są powszechnie izolowane z różnych typów gleb. Bakterie symbiotyczne roślin motylkowatych bytują w glebie jako saprofity, a liczebność ich populacji w środowisku glebowym zależy zarówno od czynników glebowo–klimatycznych, jak i od zabiegów agrotechnicznych (Sadowsky i Graham 1998; Graham i Vance 2003). W glebach Polski występowanie bakterii symbiotycznych roślin strączkowych jest bardzo zróżnicowane, tak w odniesieniu do poszczególnych gatunków rizobiów, jak i oddziaływania właściwości gleb na populacje tych bakterii (Martyniuk 2012).

Zabiegi agrotechniczne mają ogromne znaczenie dla rozwoju symbiozy bakterii brodawkowych z roślinami. Wysoki poziom związków azotowych w glebie wpływa negatywnie na symbiozę: zmniejsza ilość brodawek na korzeniach roślin i hamuje aktywność bakteryjnej nitrogenazy (Strzelec 1995; Waterer i Vessey 1993, Martyniuk i wsp. 1999b, Faligowska i Szukała 2010). Może też osłabiać zdolności kompetycyjne wydajnych szczepów rizobiowych (Lopez–Garcia i wsp. 2001). Z kolei dominacja szczepów nieefektywnych w danym środowisku powoduje, że brodawki korzeniowe są tworzone, lecz zasiedlone są przez rizobia wiążące azot w ilościach znacznie niższych niż potrzebne do stymulowania wzrostu roślinnego gospodarza. Z tego powodu w uprawach roślin motylkowatych zaleca się ograniczanie nawożenia azotowego do minimum oraz stosowanie nawozów jedynie w bardzo wczesnych etapach wzrostu roślin (Strzelec 1995). Dostępności nawet niewielkich ilości azotu mineralnego, który pozostał w glebie po poprzedniej uprawie wspomaganej nawozami sztucznymi może ograniczać rozwój symbiozy. Łatwy dostęp do azotu glebowego czyni proces nawiązywania symbiozy niekorzystnym energetycznie dla roślin.

Wyniki badań przeprowadzonych w Polsce (Wielbo i wsp. 2010) ujawniły, że gatunek *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* i *R. leguminosarum* bv. *trifolii* występują powszechnie w naszym kraju. Większość z badanych próbek gleb zawierała umiarkowanie lub bardzo liczne populacje tych gatunków. Z kolei gatunki *R. leguminosarum* bv. *phaseoli,* i *Bradyrhizobium* sp. występowały w średnich lub du-

żych ilościach jedynie w 40–46% badanych próbek gleb. Natomiast *Ensifer meliloti* (syn. *Sinorhizobium meliloti*), infekujący lucernę, występował bardzo rzadko, bo jedynie w 3 spośród 46 badanych próbek gleb. Dodatkowo w 32 próbkach gleby nie wykryto żadnego gatunku należącego do rizobiów lucerny.

Badania zagraniczne i krajowe wykazały, że poszczególne gatunki bakterii brodawkowych odmiennie reagują zarówno na nawożenie, jak i na wieloletnią przerwę w uprawie rośliny–gospodarza. Na przykład w glebach nawożonych NPK i wapnowanych liczebność symbiontów koniczyny *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* była stosunkowo wysoka i wynosiła około 170 komórek w 1 g piasku słabo gliniastego oraz 1700 komórek w 1 g gliny lekkiej, pomimo wieloletniej przerwy w uprawie na tych glebach roślin motylkowatych. W tych samych glebach nawożonych NPK bez wapnowania populacje *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* były znacznie niższe (odpowiednio < 6 i 58 komórek w 1 g gleby). Podobne zależności stwierdzono w przypadku bakterii symbiotycznych grochu. W omawianych glebach nie wykryto natomiast obecności symbiontów lucerny (*Sinorhizobium meliloti*), co świadczy, że bakterie z tego gatunku są dużo bardziej wrażliwe na wieloletnią przerwę w uprawie rośliny– gospodarza (lucerny) niż dwa pozostałe gatunki rizobiów (Martyniuk i wsp. 1999b).

Na zmniejszenie liczebności bakterii brodawkowych w glebie wpływa stosowanie pestycydów, które często niszczą lub ograniczają rozwój mikroflory glebowej, w tym populacji rizobiów (Martyniuk i wsp. 1999). Czynnikiem ograniczającyn jest też zanieczyszczenie gleby metalami ciężkimi, obecności w glebie bakteriofagów i szkodników glebowych, które niszczą nodule, jak np. oprzędzik (Streeter 1994).

12.3. Wpływ szczepionek zawierających bakterie nitryfikujące na wzrost roślin

Samowystarczalność azotowa uprawy jest skutkiem wysokoefektywnej współpracy obu partnerów symbiozy: rośliny i bakterii. Zwykle, aby zapewnić infekcję brodawek korzeniowych przez szczepy wysokowydajne w redukcji N_2 rolnicy decydują się na zastosowanie tradycyjnych szczepionek rizobiowych, zawierających żywe komórki bakterii. Jest to jedna z najstarszych metod agrobiotechnologicznych.

Bakterie selekcjonowane są z populacji glebowej danego regionu rolnego, co wynika z wysokiej specyficzności doboru symbiontów. Przy wyborze szczepów rizobiów wchodzących w skład danej szczepionki najważniejsze są: zdolność tych szczepów do tworzenia noduli i wiązania azotu w danej roślinie gospodarza, w konkretnych warunkach glebowo–klimatycznych oraz ich zdolność do konkurowania w tworzeniu nodul z rdzennymi na danym terenie populacjami *Rhizobium*. Stąd też, produkty handlowe szczepionek rizobiów produkowanych w Pol-

sce (przez firmę BIOFOOD z Wałcza) znajdują zastosowanie jedynie na terenie Polski, a produkowane np. w Finlandii (przez firmę Elomestari Ltd.) wytwarzają podobne szczepionki tylko na rynek skandynawski (Lindström i wsp., 2010). Stosowanie szczepionek z żywymi rizobiami jest najbardziej efektywne, gdy dany gatunek rośliny motylkowatej nie był uprawiany na danym terenie lub też nie był tam uprawiany przez kilka lat z rzędu. Wtedy szczep szczepionkowy nie napotyka silnej konkurencji ze strony rizobiów lokalnej populacji glebowej (Streeter 1994; Skorupska i wsp. 2010). Charakterystyczne dla polskiego rolnictwa wyka, groch i koniczyna uprawiane są w Polsce od dawna, a dodatkowo ich dzicy krewni są pospolitymi przedstawicielami flory obszarów pozarolniczych. Stąd wysoka liczebność szczepów *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* (symbiont koniczyny) i *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* (symbiont wyki, peluszki i grochu) w polskich glebach (Martyniuk i wsp. 2005). Zatem głównym problemem w próbach wykorzystania szczepionek z żywymi komórkami rizobiów w polskim rolnictwie jest brak konkurencyjności szczepów wprowadzanych do gleby względem dużo liczniejszych autochtonów, które są jednocześnie lepiej przystosowane do zmiennych warunków panujących w glebie.

Przeżywalność bakterii brodawkowych na nasionach roślin strączkowych zmniejsza się w miarę upływu czasu od zastosowania szczepionki, nawet na nasionach nie zaprawionych chemicznie, ponieważ bakterie te są bardzo wrażliwe na wysuszanie (Martyniuk i wsp, 1999a, 2000, 2002).

Obecnie najnowszym światowym trendem w badaniach nad zwiększaniem efektywności biologicznej redukcji N_2 jest rezygnacja z tradycyjnych szczepionek z żywymi bakteriami na rzecz biopreparatów, których substancję czynną stanowią czynniki Nod, izolowane ze specjalnie wyselekcjonowanych szczepów o wysokiej wydajności symbiotycznej. Badania wykazały, że czynniki Nod ulepszają kiełkowanie i wczesny wzrost roślin motylkowatych i niemotylkowatych takich, jak: tytoń (*Nicotiana tabacum*), marchew (*Daucus carota*) i świerk pospolity (*Picea abies*) i to przy braku obecności auksyn i cytokinin. Efektu takiego nie udało się osiągnąć stosując pentametry chityny co może prowadzić do wniosku, że struktura czynników Nod odgrywa rolę w specyficzności ich aktywności biologicznej (Schmidt i wsp. 1993; Dyachok i wsp. 2000). Prowadzono również badania, które wykazały, że rośliny wyrosłe z nasion na które bezpośrednio przed siewem podano czynniki Nod lub kilkudniowe siewki, które opryskano roztworem czynników Nod, w sposób przyspieszony nawiązywały symbiozę z rizobiami i wytwarzały więcej brodawek korzeniowych zasiedlanych przez *Rhizobium* w porównaniu do kontrolnej, naturalnie występującej na miejscu populacji bakterii glebowych (Kidaj i wsp. 2011; Maj i wsp. 2009; Prithiviraj i wsp. 2003; Macchiavelli i Belles–Marino 2004).

Użycie czynników Nod pozwala na zwiększenie wydajności procesu symbiozy diatroficznej, nawet przy niskiej wydajności symbiotycznej szczepów natural-

nie występujących w danym rodzaju gleby i zasiedlających tworzące się brodawki korzeniowe. Dzięki czynnikom Nod pomijany jest też wpływ warunków środowiskowych, mogących niekorzystnie wpłynąć na rozwój bakterii brodawkowych w warunkach naturalnych i sztucznych, w trakcie przechowywania szczepionek (np. niekorzystne pH gleby, niewłaściwa temperatura, nadmiar lub niedobór wody itp.) (Streeter 1994).

W Polsce pionierem w badaniach nad tego typu rozwiązaniem jest Zakład Genetyki i Mikrobiologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie, w którym opracowano dwa biopreparaty, zawierające czynniki Nod izolowane ze szczepów *R. leguminosarum* bv. *viciae* GR09 oraz *R. leguminosarum* bv. *trifolii* KO17 z powodzeniem stosowane odpowiednio w uprawach grochu i wyki oraz koniczyny (P 391 304; P 388 372). W projekt ten zaangażowane są również Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie oraz Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (Maj i wsp. 2009; Kidaj 2011).

XIII. DOSTĘPNOŚĆ PREPARATÓW DO OCHRONY ŁUBINU W INTEGROWANEJ OCHRONIE ROŚLIN I MOŻLIWOŚCI ROZSZERZENIA ICH LICZBY W ŚWIETLE AKTUALNYCH PRZEPISÓW

Ewa Matyjaszczyk

W integrowanej ochronie roślin można stosować wszystkie zarejestrowane środki ochrony roślin (ś.o.r), zwracając jednak uwagę na to, aby zabieg chemiczny wykonywać tylko wtedy, kiedy to potrzebne i w takiej dawce, która zapewni zwalczenie organizmu szkodliwego, bez zwiększenia ryzyka wywołania odporności na stosowaną substancję czynną.

Jednym z elementów integrowanej ochrony roślin jest wykorzystywanie do ograniczania populacji organizmów niepożądanych nie tylko środków chemicznych, ale wszystkich dostępnych metod, w tym metod opartych na technikach agronomicznych oraz metod fizycznych, mechanicznych lub biologicznych. Rozporządzenie 1107/2009 (Rozporządzenie 2009) dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin wprost nakazuje aby przy doborze środków ochrony roślin zawsze, jeżeli jest to tylko możliwe, priorytetowo traktować niechemiczne i naturalne rozwiązania alternatywne. Rozważając dostępność preparatów do ochrony łubinu zwrócono szczególną uwagę na możliwość stosowania środków ochrony roślin zawierających substancje czynne pochodzenia naturalnego. Przeanalizowano również dostępne na rynku preparaty zawierające w swoim składzie organizmy żywe pod kątem możliwości ich wykorzystania w ochronie łubinu.

13.1. Dostępność biopreparatów do ochrony łubinu.

Do makroorganizmów stosowanych w ochronie roślin należą: nicienie owadobójcze, drapieżne roztocze oraz drapieżne i pasożytnicze owady. Biopreparaty, to preparaty handlowe zawierające makroorganizmy uzyskane na drodze masowego rozmnażania metodami laboratoryjnymi lub przemyslowymi. Dostosowując prawo polskie do unijnego przed przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej zniesiono stare przepisy dotyczące rejestracji biopreparatów w Polsce, ale nie wprowadzono na ich miejsce nowych. W efekcie, do chwili obecnej w Polsce, nie obowiązuje rejestracja w tym zakresie, co oznacza, że nie ma ograniczeń w ich sprzedaży, brak jest jakiegokolwiek nadzoru i sporządzenie kompletnego wykazu biopreparatów stosowanych w naszym kraju jest zadaniem bardzo trudnym. Jak podkreśla Tomalak (2010) brak znajomości pełnego zestawu makroorganizmów sprowadzanych do Polski w formie biopreparatów do ochrony roślin z pewnością nie służy bezpieczeństwu naturalnego środowiska rolniczego kraju.

Ze względu na brak rejestracji, rynek biopreparatów zmienia się bardzo dynamicznie i producenci szybko mogą reagować na potrzeby ogrodników i rolników, jeżeli tylko istnieje rynkowe zapotrzebowanie, organizmy żywe mogące skutecznie ograniczyć dany problem w ochronie są znane, a sposób ich przemysłowego namnażania i dostarczania ich w dobrej kondycji do odbiorców został opracowany. Z drugiej jednak strony rolnikowi trudno dotrzeć do informacji co na rynku jest aktualnie dostępne.

W 2012 roku przeprowadzono analizę dostępności biopreparatów w Polsce na podstawie oferty największych firm (Matyjaszczyk 2012). Stwierdzono, że biopreparaty służące ochronie upraw rolniczych są w zasadzie niedostępne. W roku 2012 na rynku polskim nie było żadnych biopreparatów służących ochronie łubinu. Należy zatem stwierdzić, że w ochronie łubinu biopreparaty nie stanowią alternatywy dla środków ochrony roślin.

13.2. Dostępność środków ochrony roślin zawierających substancje czynne pochodzenia naturalnego

Wśród zarejestrowanych środków ochrony roślin można wyodrębnić grupę preparatów zawierających substancje czynne pochodzenia naturalnego, które z punktu widzenia zasad integrowanej ochrony roślin można uznać za bardziej pożądane niż typowe środki chemiczne. Środki ochrony roślin zawierające substancje czynne pochodzenia naturalnego można dalej podzielić na zakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym i niezakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Kwalifikowanie środków ochrony roślin do stosowania w rolnictwie ekologicznym stanowi obowiązek Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego. Aktualny wykaz ś.o.r zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym dostępny jest na stronie internetowej IOR – PIB (Wykaz 2012).

W chwili przygotowania niniejszej publikacji do druku do stosowania w rolnictwie ekologicznym zakwalifikowane były 22 środki ochrony roślin, wśród nich jest 13 fungicydów, 9 insektycydów, 2 akarycydy i 7 środków mających działanie bakteriobójcze przy czym niektóre środki wykazywały kilka aktywności jednocześnie. Na 22 środki zakwalifikowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym 7 zawierało miedź a 6 czynniki biologiczne, występowały w nich także: siarka, oleje parafinowe czy spinosad. Większość środków zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jest przeznaczonych do ochrony upraw ogrodniczych i sadowniczych. Jedynie kilka z nich może być stosowanych w ochronie trzech upraw rolniczych: ziemniaka, buraka i chmielu. W tej grupie całkowicie brak jednak jakichkolwiek środków do ochrony łubinu.

Poza preparatami zakwalifikowanymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym, na rynku polskim dostępne są jeszcze inne środki ochrony roślin zawie-

rające jako substancje czynne wyciągi roślinne lub oleje stosowane w farmacji. Powody braku zakwalifikowana tych środków do stosowania w rolnictwie ekologicznym są różne: od braku zainteresowania producenta po obecność w recepturze substancji (innych niż substancja czynna) nie spełniających kryteriów rolnictwa ekologicznego. Są to głównie insektycydy oraz kilka repelentów zawierające jako substancje czynne naturalne pyretryny lub oleje. Dokładna analiza tych środków pokazuje jednak, że nie ma wśród nich preparatów zarejestrowanych do ochrony łubinu.

Można zatem stwierdzić, że w grupie środków ochrony roślin zawierających substancje czynne pochodzenia naturalnego brak jest preparatów do ochrony łubinu i nie mogą one stanowić alternatywy dla typowych środków chemicznych.

13.3. Dostępność chemicznych środków ochrony roślin do ochrony łubinu

Liczba chemicznych środków zarejestrowanych do ochrony łubinu nie może być, niestety uznana za wystarczającą. Obecnie producenci łubinu dysponują jedynie ośmioma środkami ochrony roślin zawierającymi siedem substancji czynnych. Wśród nich jest jedna zaprawa fungicydowa, jeden środek mszycobójczy, trzy herbicydy i trzy desykanty (Rejestr 2012). W tabeli przedstawiono wykaz substancji czynnych dostępnych w ochronie łubinu w Polsce, liczbę środków oraz podstawowe zastosowania.

Tabela 17. Możliwości chemicznej ochrony łubinu w Polsce według stanu na wrzesień 2012

Substancja czynna	Rodzaj środka	Liczba zarejestrowanych środków	Zastosowanie
Chizalofop-P etylu	herbicyd	1	zwalczanie chwastów jednoliściennych
Dikwat	desykant	2	desykacja roślin uprawianych na nasiona
Fluazyfop-P butylu	herbicyd	1	zwalczanie jednorocznych chwastów jednoliściennych
Glufosynat amonu	desykant	1	desykacja roślin uprawianych na nasiona
Karboksyna	fungicyd	1	zaprawa nasienna do ochrony łubinu przed zgorzelą siewek
Linuron	herbicyd	1	zwalczanie jednorocznych chwastów dwuliściennych
Pirymikarb	insektycyd	1	zwalczanie mszyc

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rejestru środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu zezwoleniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Rejestr 2012).

Przy analizie tabeli zwraca uwagę bardzo niewielka ilość dostępnych środków oraz fakt, że brak chemicznych rozwiązań dla niektórych problemów w ochronie łubinu, w tym zwłaszcza chorób jak antraknoza łubinu, mączniak prawdziwy, więdnięcie fuzaryjne łubinu czy opadzina liści łubinu. Zwraca także uwagę fakt, że w przypadku środków dostępnych brak jest możliwości rotacji substancji czynnych celem zapobiegania wykształceniu odporności u organizmów szkodliwych.

13.4. Możliwości poprawy dostępności środków do ochrony łubinu – rejestracja off-label

Możliwości chemicznej ochrony łubinu nie są satysfakcjonujące. Nie jest to jednak wyjątek. W Polsce brakuje chemicznych środków zarejestrowanych do ochrony wielu roślin w tym zwłaszcza małoobszarowych, czyli tych których areał uprawy nie przekracza 1% powierzchni gruntów utrzymywanych w dobrej kulturze rolnej w naszym kraju. Do zwalczania niektórych agrofagów całkowicie brak środków ochrony roślin. Problem może powstać także wówczas gdy jest dostępnych kilka preparatów ale nie ma możliwości przemiennego stosowania substancji czynnych aby zapobiec powstawaniu odporności organizmów szkodliwych.

Jaka jest przyczyna tych braków? Po przystąpieniu do Unii wycofano ze stosowania wiele środków ochrony roślin i substancji czynnych, a ponadto wzrosły wymogi rejestracyjne i obecnie liczba badań niezbędnych do zarejestrowania (i wznowienia rejestracji) środka jest dużo większa niż kiedyś. Rosną zatem koszty rejestracji środków ochrony roślin. Firmy agrochemiczne zainteresowane są głównie zabezpieczeniem ochrony upraw wielkoobszarowych, przede wszystkim zbóż i rzepaku ponieważ na tym rynku można sprzedać dużo i dużo zarobić. Ponoszenie kosztów badań i rejestracji dla upraw małoobszarowych jest natomiast z ich punktu widzenia nieopłacalne albo mało opłacalne: sprzedaż nie jest bowiem duża, a koszty rejestracji podobne jak dla upraw wielkoobszarowych.

Sytuacja producentów upraw małoobszarowych, w tym producentów łubinu jest zatem trudna. Rezygnacja z chemicznej ochrony często nie jest możliwa, a tam gdzie jest możliwa zwykle bardzo podraża koszty produkcji. Problemy z ochroną upraw małoobszarowych istnieją nie tylko w Polsce, ale we wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej, chociaż w Polsce w większości przypadków sytuacja jest gorsza niż u naszych sąsiadów.

Warto podkreślić, że prawo polskie od wielu lat dawało możliwość ubiegania się o rozszerzenie zakresu stosowania środków ochrony roślin przez społeczno–zawodowe organizacje rolników, izby rolnicze oraz instytucje naukowe. Mowa tu o tzw. rejestracji pozaetykietowej (nazywanej inaczej rejestracją off–label). Uzyskanie rozszerzenia zakresu rejestracji środków ochrony roślin nie było sprawą prostą ale było możliwe, o czym świadczy kilkanaście zezwoleń wydanych między innymi na wniosek producentów ziół, borówki amerykańskiej oraz Lasów Pań-

stwowych (ich lista jest dostępna na stronach internetowych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi).

Różnica między klasyczną rejestracją a rozszerzeniem zakresu stosowania dla upraw małoobszarowych polega przede wszystkim na tym, że w przypadku braku skuteczności lub wystąpienia objawów fitotoksyczności producent środka nie ponosi za to odpowiedzialności finansowej. W procesie oceny weryfikuje się jedynie bezpieczeństwo dla konsumentów i środowiska naturalnego, a nie skuteczność, dlatego koszty badań i oceny są znacznie niższe.

Po wejściu w życie Rozporządzenia 1107/2009 dotyczącego wprowadzania środków ochrony roślin do obrotu, w czerwcu 2011 możliwości występowania z wnioskiem o rozszerzenie zastosowania środka o uprawy małoobszarowe uległy dalszej poprawie. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi na spotkaniu w dniu 18 kwietnia 2012 r. w Warszawie zasygnalizowało następujące zmiany wynikające z nowych przepisów:

1. Poszerzenie listy podmiotów mogących występować z wnioskiem. Obecnie z wnioskiem o rozszerzenie rejestracji na uprawy małoobszarowe mogą występować nie tylko stowarzyszenia rolników czy izby rolnicze ale każda osoba stosująca środki ochrony roślin zawodowo, innymi słowy każdy rolnik. Możliwość wystąpienia z takim wnioskiem mają również producenci środków ochrony roślin.
2. Możliwość wpisywania rozszerzeń dla upraw małoobszarowych do etykiety środka ochrony roślin. Dotychczas takiej możliwości nie było o czym świadczyła sama nazwa („off-label" znaczy „rejestracja pozaetykietowa"). Zgodnie z nowymi przepisami taka możliwość będzie istniała, jednak (niezależnie od tego kto wystąpi z wnioskiem o rozszerzenie), na wpisanie zastosowania małoobszarowego do etykiety konieczna będzie zgoda producenta środka ochrony roślin. W etykiecie zastosowania małoobszarowe będą wymienione oddzielnie, z adnotacją że zastosowanie jest dozwolone, ale skuteczność działania środka w tym zakresie nie została potwierdzona badaniami.
3. Nie wszystkie środki ochrony roślin mogą uzyskać zgodę na rozszerzenie zakresu stosowania o uprawy małoobszarowe. Możliwe jest to tylko dla środków zarejestrowanych zgodnie z przepisami Dyrektywy 91/414 lub Rozporządzenia 1107/2009. Jest to obecnie niecałe 300 preparatów, jednak ich liczba systematycznie rośnie.
4. Przepisy o rejestracji strefowej ułatwią wzajemne uznawanie zastosowań małoobszarowych. Dla środków zarejestrowanych strefowo, czyli zgodnie z nową procedurą rejestracyjną (obowiązującą od czerwca 2012 roku), będzie możliwe łatwe rozszerzenie rejestracji na podstawie etykiet w innych państwach strefy. Obecnie jeszcze nie mamy w Polsce żadnego środka zarejestrowanego strefowo ale wkrótce takie środki się pojawią i ich liczba będzie rosła.

W obliczu niedostatku lub całkowitego braku chemicznych rozwiązań umożliwiających ochronę większości upraw małoobszarowych poszerzenie zakresu rejestracji na wniosek rolników bądź ich stowarzyszeń wydaje się jedyną realną i szybką możliwością poprawy istniejącej sytuacji. Złożenie wniosku wymaga pewnego wysiłku, jednak bez podjęcia tego wysiłku efektywna i legalna chemiczna ochrona niektórych upraw nie będzie niestety możliwa.

XIV. WŁAŚCIWY DOBÓR TECHNIKI STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

Roman Kierzek

Wysoka efektywność i bezpieczeństwo zabiegu oraz minimalizowanie wypływu na środowisko naturalne to kluczowe elementy współczesnej strategii ochrony roślin przed agrofagami. Cel ten można osiągnąć między innymi przez dobór właściwej techniki i parametrów opryskiwania. Chemiczna ochrona z punku widzenia powstających zagrożeń należy do najbardziej uciążliwych i niebezpiecznych dla środowiska, to dzięki wysokiej skuteczności i najniższym zakładom jest nadal najczęściej stosowaną i wybieraną metodą ochrony upraw. Nowoczesna ochrona roślin stawia wysokie wymaganie między innymi technice ochrony roślin, ze szczególnym naciskiem na precyzyjną i przyjazną środowisku technikę opryskiwania (Kierzek i wsp. 2009). Dzięki wdrożeniu do produkcji nowoczesnych technologii w branży produktów dla rolnictwa, powstała nowoczesna aparatura do ochrony i wiele rozwiązań technicznych (np. precyzyjne rozpylacze rolnicze), które mogą przyczyniają się do znacznego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego (Kierzek 2009; Wachowiak i Kierzek 2010). Takie działania mają na celu także uzyskanie stabilnej i skutecznej ochrony upraw przed agrofagami.

Podczas wykonywania zabiegów chemicznej ochrony roślin istnieje potencjalne ryzyko skażenia gleby, wód i środowiska. Jednym z najbardziej niebezpiecznych źródeł zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin (ś.o.r.) są skażenia miejscowe. Powstają one najczęściej w miejscach przechowywania środków ochrony roślin, przygotowania cieczy użytkowej i mycia opryskiwacza, składowania opakowań oraz w mniejszym stopniu w miejscach nieprawidłowo przeprowadzanych zabiegów chemicznych (np. w miejscu rozpoczynania zabiegu, na uwrociach i wznowieniach opryskiwania).

W celu uniknięcia lub przeciwdziałania powstawania skażeń należy na każdym etapie postępowania ze środkami ochrony roślin stosować właściwą organizację pracy i dostępne środki techniczne, zgodnie z kluczowymi zasadami dobrej praktyki ochrony roślin, czy wdrażanego Kodeksu Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin (DPOOR) (Doruchowski i wsp. 2007; Doruchowski i Hołownicki 2008).

14.1. Przechowywanie środków ochrony roślin

Potrzeba przechowywania ś.o.r. w gospodarstwie wiąże się z koniecznością przygotowania odpowiednich pomieszczeń i przestrzegania procedur związanych z magazynowaniem materiałów szkodliwych i toksycznych. Magazyn powinien znajdować się z dala od wszelkich obszarów wrażliwych na skażenie środ-

kami ochrony roślin i w bezpiecznej odległości od obszarów podatnych na pożar. Ponadto rozładunek i mieszanie środków ochrony roślin oraz napełniania opryskiwacza powinno odbywać w możliwie bliskiej odległości od magazynu ze ś.o.r. Miejsce napełniania powinno umożliwiać zatrzymywanie wyciekających środków ochrony roślin i być w pełni zabezpieczone przed przedostawaniem się skażeń do wód powierzchniowych. W tym miejscu także powinien by umieszony pojemnik do zbierania pustych opakowań.

14.2. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

Właściwe zaplanowanie i przygotowanie zabiegu to najlepszy sposób na wysoką skuteczności ochrony upraw oraz uzyskanie poprawy bezpieczeństwa zabiegu poprzez ograniczanie lub niwelowanie wszelkich skażeń i zagrożeń. Podstawą efektywności zabiegów ochrony roślin jest nowoczesny, sprawny i dobrze wyposażony opryskiwacz.

Wybór opryskiwacza do rodzaju opryskiwanej plantacji – przy wyborze aparatury do zabiegu decydujące znaczenie ma wielkość plantacji, rodzaj uprawy przeznaczonej do ochrony oraz wydajność opryskiwacza. Do opryskiwania roślin polowych należy dobierać opryskiwacze i ciągniki o większym prześwicie podwozia i węższych oponach kół, aby rośliny w czasie zabiegu nie były nadmiernie przyginane i ugniatane.

Dopasowanie rozstawu kół i szerokości opon musi uwzględniać szerokość międzyrzędzi uprawy. Powszechnie stosowana rozstawy rzędów w uprawie buraków – 45 cm, kukurydzy –75 cm, ziemniaków – 67,5 lub 75 cm wymagają wyposażenia opryskiwaczy w belki polowe o szerokościach roboczych dostosowanych do danej plantacji. W uprawie łubinu rozstaw rzędów jest zależny od gatunku, a niekiedy i odmiany. Najczęściej rozstaw rzędów mieści się w zakresie 15–30 cm. Zasadą opryskiwania upraw rzędowych jest to, aby pod całą belką opryskiwacza mieściła się całkowita (bez reszty) i parzysta liczba rzędów roślin. Gwarantuje to, podczas kolejnych nawrotów opryskiwacza, równomierne naniesienie preparatu na całą powierzchnię plantacji. Dla rozstawy rzędów = 45 cm warunek ten spełniają belki polowe o szerokości roboczej 9 i 18 m oraz rzadko stosowane belki o szer. 13,5 m. Nie zapewniają tego bardzo popularne belki polowe o szerokości 12 m. Dla rozstawy rzędów 75 cm warunek poprawnej szerokości roboczej zapewniają belki polowe 12 lub 13,5 lub 18 m. Dla rozstawy 67,5 cm warunek ten spełniają tylko belki o szerokości roboczej 13,5 m. Dla rozstawu rzędów 30 cm większość oferowanych opryskiwaczy posiada belki o długości gwarantującej prawidłowe naniesienie cieczy użytkowej (spełniają to belki o dł. np. 12, 15, 18, 24, 30, 36 m). Używanie belek o niedostosowanej szerokości roboczej do rozstawy roślin niesie ryzyko nierównomiernego nanoszenia preparatu na rzędy roślin ro-

snące na granicy kolejnych nawrotów opryskiwacza. Na plantacjach uprawianych systemem siewu pełnego bez ścieżek technologicznych utrzymanie, przez operatora sprzętu, właściwego toru przejazdu w kolejnych nawrotach opryskiwacza jest bardzo trudne. Dotyczy to szczególnie opryskiwaczy o większych szerokościach roboczych. Ułatwieniem są tutaj opryskiwacze wyposażone w tzw znaczniki szerokości roboczej a ostatnio najlepiej problem ten rozwiązują nowoczesne systemy nawigacji satelitarnej (GPS) przystosowane do wyznaczania jazdy równoległej nawet w porze nocnej. Popełnione błędy w nierównoległych przejazdach mogą objawiać się zmniejszeniem ilości preparatu na skraju pasa roboczego opryskiwacza i obniżeniem skuteczności biologicznej lub, w drugim przypadku, gdy rośliny na skraju pasa zostaną dodatkowo potraktowane w czasie kolejnego przejazdu opryskiwacza – powstaniem czasem objawów fitotoksyczności ale zawsze niedozwoloną z punktu integrowanej ochrony aplikacją. Zapewnienie prawidłowego wykonania zabiegów ochronnych bez powstawania uszkodzeń mechanicznych w uprawach rzędowych jest możliwe tylko w początkowych fazach rozwojowych roślin. Z chwilą gdy rośliny wytworzą liście i coraz bardziej zakrywają glebę, przejazd przez plantację nawet najbardziej dopasowanym ciągnikiem powoduje pewne uszkodzenia roślin z czterech rzędów bezpośrednio sąsiadujących z kołami ciągnika.

Uszkodzenia te w zależności od gatunku roślin i terminu zabiegu mogą być w pewnym stopniu regenerowane. Najczęściej wiążą się jednak z powstawaniem określonych strat w plonie. Stanowią też zawsze duże zagrożenie do powstawania infekcji wtórnej na uszkodzonych mechanicznie częściach roślin.

Kalibracja opryskiwacza – jednym z kluczowych elementów właściwego wykonania zabiegu opryskiwania jest ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w tzw. procesie regulacji (kalibracji) opryskiwacza. Właściwa kalibracja pozwala na stosowanie optymalnych parametrów zabiegu, a efektem pracy opryskiwacza jest równomierne naniesienia cieczy użytkowej na opryskiwane obiekty (rośliny lub glebę) przy uwzględnieniu właściwości roślin (faza rozwojowa, wielkość, gęstość) w zróżnicowanych warunkach agrotechnicznych i pogodowych. W myśl tej zasady wykonując zabiegi z użyciem środków chemicznych należy w sposób optymalny wykorzystać ciecz użytkową i zawarty w niej środek chemiczny, tak aby ustrzec się przed skutkami ewentualnych błędów, w postaci braku lub obniżenia skuteczności zabiegu, wyższych kosztów ochrony oraz skażenia środowiska.

W procesie kalibracji ustala się typ i wymiar rozpylaczy oraz ciśnienie robocze, które zapewniają realizację założonej dawki cieczy na hektar przy wyznaczonej prędkości roboczej opryskiwacza.

W trakcie regulacji opryskiwacza w pierwszej kolejności należy dokonać wyboru typu i rozmiaru rozpylaczy oraz wartości ciśnienia roboczego w oparciu o odpowiednie zalecenia dla danego środka ochrony roślin i typ zabiegu (np. na-

listny, doglebowy). Ponowną kalibrację należy przeprowadzać, gdy zmieniamy rodzaj aplikacji i grupę ś.o..r. (np. z herbicydu na fungicyd), zmieniamy dawkę cieczy użytkowej, a także nastawienia parametrów pracy opryskiwacza (ciśnienie robocze, wysokość belki polowej). Procedurę kalibracji wykonujemy na początku sezonu oraz każdorazowo przy wymianie ważnych urządzeń i podzespołów opryskiwacza (rozpylacze, manometr, urządzenie sterujące, naprawa instalacji cieczowej), a także zmianie ciągnika lub opon w kołach napędowych. Co pewien czas powinno się kontrolować wydatek z rozpylaczy, przy ustalonym ciśnieniu roboczym. Częstotliwość takich sprawdzeń należy warunkować intensywnością użycia opryskiwacza w sezonie wegetacyjny, a także w sytuacjach koniecznych (np. awaria układu sterowania i kontroli wydatkowania cieczy).

W trakcie przygotowania opryskiwacza do zabiegu należy zwrócić uwagi na to, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Zgodnie z międzynarodową normą ISO oznakowanie wydatku rozpylaczy zostało ujednolicone, poprzez stosowanie różnych kolorów i kodów cyfrowych (tab. 18). Dzięki temu w prosty sposób można określić wydatek jednostkowy rozpylacza (intensywność wypływu cieczy w jednostce czasu przy tym samym ciśnieniu roboczym – 3 bar). Intensywność wypływu opisana jest cyframi: 015; 02; 03; 04; 05 itd. Przy wymianie rozpylaczy należy pamiętać, aby używać zawsze ten sam numer i kolor rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar. Sprawny opryskiwacz wyposażony w precyzyjne rozpylacze, o którym wiemy jaką ilość cieczy użytkowej wypryskuje na hektar i jakie zapewnia opryskiwanie, gwarantuje nam zastosowanie właściwej dawki środka ochrony roślin i uzyskanie odpowiedniej skuteczności biologicznej.

Każdy opryskiwacz którym wykonuje się zabiegi opryskiwania musi być sprawny. Dlatego użytkownicy sprzętu ochrony roślin są zobowiązani do cyklicznego obowiązkowego badania sprawności i stanu technicznego opryskiwaczy w SKO (Stacjach Kontroli Opryskiwaczy).

Tabela 18. Oznaczenie rozpylaczy (międzynarodowe kody ISO)

Kolor rozpylacza	Rozmiar (kod)	Wydatek (l/min)*
Pomarańczowy	01	0,4
Zielony	015	0,6
Żółty	02	0,8
Niebieski	03	1,2
Czerwony	04	1,6
Brązowy	05	2,0
Szary	06	2,4

* wydatek jednostkowy z rozpylacza przy ciśnieniu roboczym 3,0 bar

Sporządzanie cieczy użytkowej – przygotowanie cieczy użytkowej należy przeprowadzać w odpowiednim miejscu, zawsze z zachowaniem szczególnej ostrożności. Sporządzenie cieczy użytkowej może odbywać się na polu jak i w gospodarstwie. W przypadku sporządzania cieczy w gospodarstwie należy to wykonać na nieprzepuszczalnym podłożu (np. płycie betonowej), umożliwiającym zebranie i bezpieczne zagospodarowanie ewentualnych wycieków lub rozsypanych środków ochrony roślin. Ciecz użytkową należy zawsze sporządzać bezpośrednio przed zabiegiem, gdyż jej przetrzymywanie w zbiornikach nawet przez kilka godzin może być powodem wytrącenia się poszczególnych składników lub też powstania innych związków, które mogą być dla rośliny uprawnej toksyczne. Zawsze przed otwarciem opakowania zawierającego preparaty chemiczne należy szczegółowo zapoznać się z etykietą środka ochrony roślin, w której zawarte są niezbędne wskazówki i informacje dotyczące możliwości mieszania i stosowania tych środków. Preparaty chemiczne w formie proszków do sporządzania zawiesin wodnych, koncentratów zawiesinowych, czy past, należy wstępnie rozprowadzić w małej ilości wody, sporządzając zagęszczoną papkę, a następnie rozcieńczyć ją do konsystencji płynnej. Tak przygotowane preparaty, przy włączonym mieszadle cieczy, wlewa się przez sito wlewowe do zbiornika opryskiwacza napełnionego częściowo wodą, a następnie dopełnia się zbiornik do żądanego poziomu. Po odmierzeniu płynnych środków ochrony roślin puste opakowania i naczynia należy dokładnie opłukać, a popłuczyny wlać do zbiornika opryskiwacza. W opryskiwaczach wyposażonych w specjalne rozwadniacze, ciecz użytkową sporządza się zgodnie z instrukcją obsługi tych urządzeń. W celu ograniczania zagrożeń związanych ze skażeniami miejscowymi użytkownicy opryskiwaczy wyposażonych w rozwadniacze mogą sporządzać cieczy użytkową na polu, co jest często lepszym rozwiązaniem. Należy zawsze zwracać uwagę aby przygotować tylko taką ilość cieczy użytkowej, która jest niezbędna do ochrony danej plantacji.

Pobieranie wody ze zbiorników naturalnych (rzeki, jeziora, stawy) może być dokonywane tylko za pomocą specjalnych pomp zasysających, zabezpieczonych zaworami kierunkowymi, nie mających w czasie napełnienia zbiornika opryskiwacza wodą styczności z preparatem chemicznym. Podczas napełniania zbiornika wodą należy bacznie obserwować wskaźnik poziomu cieczy aby nie doszło do przepełnienia zbiornika lub wypływania piany. Koniec przewodu zasilającego musi zawsze znajdować się ponad maksymalnym poziomem cieczy w zbiorniku, i nigdy nie może mieć kontaktu z cieczą użytkową.

Po prawidłowym sporządzeniu cieczy użytkowej można przystąpić do wykonywania zabiegów ochronnych.

14.3. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin

Dobór dawki cieczy użytkowej – prowadzenie zabiegów opryskiwania w integrowanych systemach ochrony upraw wymaga od rolnika bardzo częstych zmian dawki cieczy użytkowej na hektar w zależności od rodzaju zabiegów ochronnych (zwalczanie chorób, szkodników i chwastów), a także zmieniających się warunków agrotechnicznych i pogodowych na plantacji. Dawka cieczy powinna uwzględniać zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typu posiadanego opryskiwacza i urządzeń rozpylających. Zbyt wysokie dawki są powodem ściekania cieczy z roślin, a zbyt niskie nie zapewniają odpowiedniego poziomu naniesienia i pokrycia opryskiwanych powierzchni cieczą użytkową. W tabeli 19 zamieszczono zakresy dawek cieczy użytkowej podczas stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania iż techniki wykorzystujące pomocniczy strumień powietrza (PSP), dla różnych środków ochrony roślin, sposobów ich działania oraz aplikowania.

Do wielu zabiegów ochronnych wybór zbyt małych dawek cieczy może być niekorzystny, 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. Dotyczy to głównie środków o działaniu kontaktowym (fungicydy i insektycydy) szczególnie w przypadku tych chorób lub szkodników, których skuteczne zwalczanie wymaga głębokiej penetracji roślin. Z kolei stosowanie nadmiernie wysokich dawek wody mimo, że generalnie poprawia naniesienie i pokrycie roślin cieczą użytkową, to niekoniecznie zwiększy wnikanie i skuteczność biologiczną aplikowanego środka ochrony roślin. Użycie nadmiernych ilości cieczy, powyżej granicy retencji (zdolność roślin do zatrzymywania cieczy) prowadzi do gorszego naniesieniem środka, rosną straty cieczy użytkowej, co w konsekwencji wpływa na wzrost kosztów zabiegu i skażenie gleby. Rośliny uprawne w późniejszych fazach rozwojowych tworzą zwarte łany, co utrudnia penetrację i do lepszego ich pokrycia należy stosować wyższe z zalecanych dawek cieczy użytkowej..

Podczas zwalczania chorób i szkodników występujących w górnych partiach roślin (liście wierzchołkowe, kwiaty) oraz przy sprzyjających warunkach pogodowych (słaby wiatr, wysoka wilgotność powietrza, umiarkowana temperatura) jest możliwość stosowania rozpylaczy wytwarzających drobniejsze krople oraz mniejszej dawki cieczy użytkowej. Większą dawkę cieczy należy stosować, gdy zabieg wykonywany jest rozpylaczami grubokroplistymi, przy niskiej wilgotności powierza i gleby oraz większej prędkości wiatru bliskiej 3 m/s.

Podczas łącznego stosowanie agrochemikaliów (jednoczesne stosowanie dwóch lub więcej środków, (np. fungicyd + insektycyd, insektycyd + fungicyd + nawóz) wymagane jest zawsze ostrożniejsze postępowanie i odpowiedni dobór parametrów pracy opryskiwacza. W zabiegach tych zaleca się stosowanie mak-

symalnej zalecanej dawki cieczy użytkowej, podanej w etykiecie środka ochrony roślin.

Rodzaj opryskiwania i typ rozpylacza – przed zabiegiem z użyciem właściwych środków ochrony roślin należy zwrócić uwagę na dobór odpowiedniego rodzaju opryskiwania. W zależności od aktualnych potrzeb, warunków atmosferycznych i rodzaju zwalczanego agrofaga wykonuje się opryskiwanie: drobnokropliste, średniokropliste lub grubokropliste. Podział na trzy wymienione rodzaje opryskiwania pozwala rolnikowi właściwie dobrać rozpylacz do poszczególnych zabiegów wg. kryteriów toksyczności preparatów, niebezpieczeństwa znoszenia i skuteczności biologicznej. Informacje o rodzaju opryskiwania dla danego preparatu są podawane są w etykietach środków ochrony roślin obok zalecanej dawki i zalecanej ilości cieczy na hektar.

Rozpylacze mają bezpośredni wpływ na jakość opryskiwania, a co za tym idzie i skuteczność biologiczną stosowanych środków ochrony roślin. Wybór rozpylacza często dokonuje się na podstawie wymaganego rozmiaru kropli i rodzaju opryskiwania. Uzyskanie odpowiedniej wielkości kropli w dużym stopniu zależy od zastosowanego typu rozpylacza oraz ciśnienia roboczego w układzie cieczowym opryskiwacza. Im mniejsze wymiary rozpylacza oraz im większe ciśnienie robocze, tym mniejsze są wytwarzane krople, co w następstwie powoduje większy udział kropel podatnych na znoszenie. Wybór wielkości kropel wytwarzanych przez rozpylacz jest bardzo ważna w przypadku, gdy efektywność działania danego preparatu jest uzależniona od jakości pokrycia opryskiwanej powierzchni, a także w celu poprawy bezpieczeństwa zabiegu i ograniczania zjawiska znoszenia.

W opryskiwaczach polowych w zabiegach ochrony roślin powinno się stosować przede wszystkim rozpylacze szczelinowe (płaskostrumieniowe). Rozpylacze płaskostrumieniowe oferowane są w wielu rodzajach i typach. Do najbardziej rozpowszechnionych typów rozpylaczy zalicza się: a) **standard**; b) **uniwersalne** – o polepszonej jakości rozpylania i rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych; c) **przeciwznoszeniowy** – inaczej antyznoszeniowy lub niskoznoszeniowy; d) **eżektorowe**.

Podczas planowania zabiegu ochronnego należy uwzględnić ogólne zalecenia związane ze zwalczaniem konkretnego agrofaga i fazy rozwojowej traktowanych roślin. W doborze właściwych rozpylaczy do poszczególnych zabiegów ochrony roślin pewnym ułatwieniem mogą być katalogi rozpylaczy oraz ogólne zalecenia odnośnie ich wykorzystywania do ochrony upraw rolniczych (tab. 19).

Wybór rozpylaczy do warunków zabiegu – zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin oraz aktualne warunki pogodowe determinują wybór rozpylacza na podstawie wymaganej wielkości kropel (kategorii kroplistości). Wybór rozpylaczy do zabiegów podejmowany jest najczęściej na zasadzie „uniwersalności" rozpylaczy i możliwości szerokiego wykorzystania w praktyce ochronnej. Najczęściej wybierany jeden lub dwa wymiary rozpylaczy, którymi wykonuje się za-

biegi z użyciem herbicydów, fungicydów i insektycydów. Najbardziej popularnym i powszechnie stosownym przez rolników są rozpylacze „żółty – 02" i „niebieski – 03". Nowoczesne opryskiwacze wyposażane są w kilka kompletów rozpylaczy o różnej intensywności wypływu (wydatek jednostkowy na minutę z jednego rozpylacza w litrach) Wykonujący zabieg może sam zdecydować, jaki typ rozpylacza zastosować, w określonej uprawie, fazie rozwojowej zwalczanego agrofaga lub chronionej rośliny oraz w aktualnie panujących warunkach meteorologicznych. Aby opryskiwacz w pełni spełniał wymagania polowe powinien być wyposażony w minimum trzy komplety rozpylaczy najlepiej standardowy lub o podwyższonej jakości rozpylania, antyznoszeniowy oraz eżektorowy, o wymiarach 02; 03 i 04 (żółty, niebieski, czerwony). W opryskiwaczach polowych możliwość taką dają np. korpusy (oprawy), w których można zamontować trzy lub więcej rozpylaczy jednocześnie. Dzięki temu zmiana rozpylacza (na inny typ lub wymiar) lub odcięcie dopływu cieczy jest bardzo łatwe i szybkie.

W optymalnych warunkach pogodowych, dobrym rozwiązaniem jest stosowanie do zabiegów ochronnych **rozpylaczy standardowych i o podwyższonej jakości rozpylania**. Wybór rozpylaczy w tej grupie jest największy. Rozpylacze standardowe (np. Albuz LP, TeeJet TP, Lechler ST, Lurmark SD, MMAT RS–MM) są uniwersalne w użyciu i dlatego można je stosować zarówno do zabiegów zwalczania chorób, szkodników jak i chwastów. Wytwarzają one jednak dużo drobnych kropel podatnych na znoszenie i stąd zalecane są do wykorzystywania tylko w odpowiednich warunkach pogodowych (mały wiatr, wilgotność powyżej 50 proc., temperatura poniżej 22–24^{0}C). Używana powszechnie aparatura zabiegowa wyposażona w standardowe rozpylacze szczelinowe płaskostrumieniowe nie zapewnia niestety dokładnego pokrycia zwartych roślin, szczególnie liści i łodyg głęboko ukrytych w łanie. 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, gdzie infekcja często ma swój początek. Standardowe rozpylacze szczelinowe odznaczają się bardzo dobrym wskaźnikiem pokrycia liści roślin, ale dotyczy to głównie górnych stron blaszek liściowych.

Rozpylacze o **podwyższonej jakości rozpylania** (np. TeeJet XR, Lechler LU, Albuz AXI,) mogą pracować w szerokim zakresie cienienia roboczego (od 1 bar do 6 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 dobra penetrację łanu.

Standardowe **rozpylacze antyznoszeniowe** mają wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy szczelinowej. Dzięki temu zostaje znacznie zmniejszona ilość małych kropel. Rozpylacze antyznoszeniowe (np. Albuz ADI, TeeJet DG, Lechler AD, Lurmark–Hypro LD) nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalist-

ne), desykacji roślin, stosowania regulatorów wzrostu oraz fungicydów. Podczas pracy tymi rozpylaczami ogranicza się znoszenie cieczy i w przeciwieństwie do rozpylaczy tradycyjnych (konwencjonalnych) nie trzeba zwiększać dawki cieczy użytkowej w celu poprawy poziom bezpieczeństwa zabiegu.

Rozpylacze eżektorowe pozwalają na wykonanie zabiegu przy mniej korzystnych warunkach pogodowych np. silniejszym wietrze. Rozpylacze te wytwarzają duże krople nasycone pęcherzykami powietrza, które padając na roślinę pękają i rozbijają się na krople znacznie mniejsze (np. Albuz AVI, Lechler ID, TeeJet AI, TeeJet Turbo TTI, Hardi Injet). Duże krople o znacznej energii początkowej lepiej penetrują wysoki i zwarty łan docierając do głęboko ukrytych części roślin. Wśród rozpylaczy eżektorowych są i takie, które wytwarzają znaczne ilości drobnych napowietrzonych kropli odpornych na znoszenie. (np. Guardian Air GA firmy Lurmark–Hypro). Rozpylacze eżektorowe można polecać do zabiegów herbicydowych doglebowych przedwschodowych i powschodowych oraz do stosowania herbicydów, insektycydów i fungicydów o działaniu układowym.

Skutecznym rozwiązaniem poprawiającym jakość naniesienia cieczy oraz lepsza penetrację łanu jest stosowanie do zabiegu rozpylaczy **szczelinowych dwuotworowych** (dwustrumieniowych). Rozpylacze te wytwarzają dwa płaskie, wachlarzowe strumienie cieczy, a kąt między strumieniami najczęściej wynosi 60^0. Jeden strumień skierowany jest w kierunku jazdy, a drugi do tyłu, dzięki czemu uzyskuje się dobre i równomierne pokrycie poziomych i pionowych części roślin. Rozpylacze dwustrumieniowe wymagają bardzo dobrego systemu filtrowania cieczy, gdyż ich szczeliny rozpylające są dwukrotnie mniejsze niż w standardowym rozpylaczu jednostrumieniowym.

Wdrożenie do praktyki rolniczej rozpylaczy **eżektorowych dwustrumieniowych** (np. Albuz AVI TWIN, Lechler IDKT, Turbo TeeJet AITTJ60) znacznie poprawiło efektywność oraz bezpieczeństwo zabiegu. Nowa konstrukcja łączy w sobie walory typowych rozpylaczy eżektorowych (redukcja znoszenia, dobra penetracja zwartego łanu) i standardowych rozpylaczy dwustrumieniowych (bardzo dobre i równomierne pokrycie boczne roślin). Zaletą ich jest także możliwość wykonywania skutecznego i bezpiecznego zabiegu w warunkach znacznie niższej wilgotności powietrza i wyższych temperatur, gdyż większe krople nie ulegają tak szybkiemu odparowaniu, za to szybciej docierają do różnych partii roślin. Tak szerokich możliwości wykorzystania nie dają niestety w praktyce standardowe rozpylacze dwustrumieniowe, które praktycznie można stosować tylko podczas bezwietrznej pogody. W zabiegach nalistnych zastosowanie rozpylaczy dwustrumieniowych pozwala dokładniej pokryć cieczą użytkową nie tylko liście poziome, ale także pionowe części roślin oraz skutecznie nanieść herbicydy na chwasty jednoliścienne.

Ciśnienie robocze – zalecane ciśnienia robocze dla standardowych rozpylaczy szczelinowych to 2 do 4 bar (1 bar = 1 atm. = 0,1 MPa). Rozpylacze o podwyższonej równomierności rozpylania mogą pracować już przy niższych ciśnieniach 1 lub 1,5 bar.

Zapewniają równomierny rozkład opryskiwanej cieczy w całym zakresie ciśnienia roboczego. Podczas pracy tymi rozpylaczami nie powinno się przekraczać ciśnienia 4 bar.

Standardowe rozpylacze antyznoszeniowe (posiadają wbudowaną w korpus kalibrowaną kryzę, która obniża ciśnienie cieczy docierającej do właściwej dyszy szczelinowej) najlepiej pracuje przy ciśnieniu roboczym w zakresie 2–4 bar, choć niektóre nowsze rozwiązania (np.z grupy płaskostrumieniowych uderzeniowych) mogą pracować w szerokim zakresie ciśnień roboczych (1–6 bar).

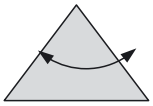
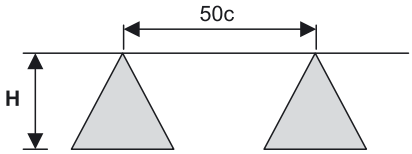
Pierwsze konstrukcje rozpylaczy eżektorowych zapewniały optymalną charakterystykę pracy dla ciśnień roboczych w granicach 5–8 bar, a podczas pracy z nimi nie zalecano stosowania niższego ciśnienia niż 3 bary. W nowoczesnych konstrukcjach udało się uzyskać właściwą charakterystykę pracy rozpylaczy i zadawalającą jakość dystrybucji rozpylanej cieczy już przy bardzo niskich ciśnieniach roboczych rzędu 1–1,5 bar. Przy tak niskich ciśnieniach roboczych efekt redukcji znoszenia dochodzi nawet do 80–90%.

Podczas wykonywania łączonych zabiegów z użyciem różnych agrochemikaliów należy stosować niskie i średnie ciśnienia robocze z zalecanych dla poszczególnych typów rozpylaczy, a więc do 3 bar przy rozpylaczach standardowych i o podwyższonej jakości rozpylania cieczy oraz 4–5 bar dla rozpylaczy eżektorowych.

W trakcie zabiegu należy utrzymywać stałe, wcześniej ustalone ciśnienie robocze, kontrolowane na manometrze lub wyświetlaczach komputerowych opryskiwacza.

Wysokość belki polowej – bardzo istotnym elementem w prawidłowym naniesieniu środka ochrony roślin na plantację jest utrzymywanie odpowiedniej wysokości belki polowej nad opryskiwaną powierzchnią. Wysokość ta zależy od typu stosowanych rozpylaczy i powinna korygowana podczas całego procesu zabiegu. Rozpylacze szczelinowe posiadają różny kąt rozpylania cieczy; 80° lub 110° lub 120°, co jest zapisane na każdym egzemplarzu rozpylacza. Kąt rozpylania cieczy ma istotne znaczenie przy ustawianiu odległości belki roboczej od opryskiwanych obiektów (od wierzchołków roślin lub gleby). W opryskiwaczach polowych powinno się stosować rozpylacze płaskostrumieniowe o kącie oprysku 110° lub 120^0, gdyż są one uniwersalne do zabiegów ochronny przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Przy większym kącie rozpylania belka opryskiwacza powinna być ustawiona niżej, np. dla rozpylaczy 120° na wysokości 35–45 cm, a przy kącie mniejszym wyżej np. dla rozpylaczy 80° na wysokości 60 cm. Dla rozpylaczy o kacie 110° optymalną odległością jest 50 cm (tab. 20). 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 środka i pasy nie opryskane, a jeśli zbyt wysoko, równomierność rozkładu cieczy jest nieprawidłowa i może dojść do znoszenia cieczy użytkowej na sąsiednie uprawy.

Tabela 20. Dobór optymalnej wysokości belki

Kąt strumienia cieczy	Wysokość belki **H** dla rozstawu rozpylaczy 50 cm
	
65°	75 cm – **90** cm – 100 cm
80°	60cm – **75** cm– 90 cm
90°	60 cm – **75** cm– 90 cm
110°	40 cm – **50** cm – 60 cm
120°	35 cm – **45** cm – 60 cm

Wytłuszczonym drukiem zaznaczono optymalną wysokość belki polowej nad opryskiwanymi obiektami

Prędkość robocza – zabieg opryskiwania należy wykonywać bardzo precyzyjnie przy stałej, ustalonej w czasie kalibracji prędkości jazdy opryskiwacza, co zapewnia sprawnie działający obrotomierz lub nawigacja satelitarna. Wybór prędkości roboczej zależy od wielkości i gęstości chronionych roślin oraz prędkości wiatru. Wyższa prędkość robocza, to krótszy czas pracy, a za tym idzie i większa wydajność oraz lepsza organizacja i terminowość zabiegów. Zbyt wysoka prędkość prowadzi do nierównomiernego rozłożenia środka ochrony roślin na roślinach uprawnych lub zwalczanych agrofagach oraz wzrostu strat spowodowanych znoszeniem cieczy. Podczas opryskiwania upraw polowych prędkość robocza powinna mieścić się w zakresie 5–8 km/h, a przy użyciu opryskiwaczy wyposażonych w belką PSP (pomocniczy strumień powietrza) 8–12 km/h. Niższe prędkości robocze (4–5 km/h) zaleca się podczas opryskiwania upraw zwartych i wyrośniętych oraz przy nierównej powierzchni pola, będącej przyczyną dużych wahań belki polowej. Prędkość roboczą należy dostosować do możliwości technicznych oraz struktury i wielkości plantacji (np. wyższa prędkość na płaskim terenie, równym podłożu i długich odcinkach pola). Kolejne przejazdy opryskiwacza po polu należy wykonywać bardzo precyzyjnie tak, aby unikać powstawania pasów nie opryskanych oraz aby nie występowało nakładanie się cieczy na opryskane już powierzchnie.

Warunki wykonywania zabiegów – efektywność zabiegu opryskiwania z użyciem środków ochrony roślin w wielu przypadkach jest modyfikowany przez warunki atmosferyczne, które oddziaływają zarówno przed, w czasie i po wykonaniu zabiegu (Kierzek i wsp. 2010). Opryskiwanie w niesprzyjających warunkach pogodowych jest często główną przyczyną uszkodzeń roślin w wyniku znoszenia

cieczy użytkowej. Szczególnie środki ochrony roślin stosowane nalistne wykazują największą wrażliwość na zmieniające się warunki pogodowe.

Według obowiązujących przepisów prawnych we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nie przekraczającej 3 m/s. Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powietrza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenia preparatu poza granice opryskiwanej plantacji. W takich warunkach do zabiegu rozpylacze drobnokropliste można wykonywać niemal do wszystkich zabiegów ochronnych, szczególnie zwalczania chorób i szkodników. Wykonywanie zabiegów przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. wietrzna pogoda), gdy zabiegu nie można przesunąć w czasie, zalecane jest stosowanie rozpylaczy niskoznoszeniowych lub eżektorowych, produkujących krople grube lub bardzo grube. Nie dotyczy to techniki PSP, która w uprawach polowych umożliwia stosowanie kropel drobnych, zapewniających bardzo dobre pokrycie opryskiwanych powierzchni roślin.

Temperatura jak i wilgotność powietrza wpływają na zachowanie się rozpylanej cieczy i co za tym idzie na końcową efektywność stosowanych środków ochrony roślin. W celu uzyskania wysokiej skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu należy wykonywać opryskiwanie w optymalnych warunkach pogodowych (tab. 21). Parowanie cieczy w wysokich temperaturach może powodować zmniejszanie się wielkości rozpylanych kropel oraz wzrost stężenia środka ochrony roślin w drobnych kroplach. 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 15–25°C. Szczególnie wrażliwe na podwyższoną temperaturę, czy niska wilgotność powietrza są insektycydy, a wśród nich środki z grupy perytroidów.

W warunkach wysokiej temperatury i niskiej wilgotności następują zmiany stanu fizjologicznego chronionych roślin, w tym także chwastów, co jest istotne z punku widzenia efektywności działania herbicydów aplikowanych nalistnie. Po występowaniu kilkudniowych upałów na powierzchni liści większości roślin można stwierdzić znaczny przyrost warstwy woskowej i zmianę pokroju liści, co znacznie utrudnia nanoszenie rozpylonej cieczy i jej właściwe zdeponowanie. W takim przypadku do uzyskania skutecznego naniesienia środka ochrony roślin wymagane jest stosowanie większych dawek cieczy użytkowej i ewentualne dodatkowe użycie odpowiedniego środka wspomagającego (adiuwanta). Po okresach deszczowych rośliny są bardziej wrażliwe i łatwiej nanieść preparat na powierzchnię liści. W takiej sytuacji można ograniczyć dawkowanie cieczy użytkowej, a w niektórych przypadkach możliwe jest stosowanie niższych z zalecanych dawek środków ochrony roślin.

Najlepiej zabiegi zwalczania wykonywać rano lub wieczorem względnie gdy sprzęt jest do tego przystosowany, w godzinach nocnych, gdyż panują wówczas znacznie korzystniejsze warunki temperatury i wilgotności. Opryskane w takich warunkach rośliny mają znacznie dłuższy kontakt z kroplami preparatu przed ich odparowaniem. Nie należy wykonywać zabiegów opryskiwania bezpośrednio przed deszczem i zaraz po deszczu, wyjątek mogą stanowić zabiegi doglebowe. W pozostałych przypadkach należy odczekać parę godzin, do momentu obeschnięcia roślin.

Stosowanie środków ochrony roślin uwzględniające istniejące warunki meteorologiczne to podstawa skutecznego działania stosowanej dawki środka ochrony roślin. Szczególnie w zabiegach integrowanych operator sprzętu ochrony roślin powinien posiadać niezbędną wiedzę pozwalającą mu na wybranie takich parametrów zabiegu aby w danych warunkach meteorologicznych osiągnąć optymalną skuteczność ochrony.

Tabela 21. Zakres temperatur powietrza (°C) i wilgotności względnej (%) zalecanych podczas wykonywania zabiegów ochronnych z użyciem ś.o.r.

Temperatura	**[°C]**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
Wilgotność względna [%]	90					
	80					
	70					
	60					
	50					
	40					
	30					
	20					
	10					

	Preferowane warunki do wykonywania zabiegu
	Graniczne warunki do wykonywania zabiegu
	Niekorzystne warunki do wykonywania zabiegu

14.4. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania

Po zakończeniu opryskiwania zawsze pozostają pewne ilości cieczy użytkowej w zbiorniku i elementach zasilająco-sterujących opryskiwacza. Zasadniczym problemem jest właściwe jej zagospodarowanie. Niedopuszczalne jest wylewanie pozostałej po zabiegu cieczy na glebę, czy do systemu ściekowo-kanalizacyjnego oraz wylewanie w jakimkolwiek innym miejscu uniemożliwiającym jej zebranie.

Po zakończeni każdego cyklu zabiegów (w danym dniu stosowanie tych samych środków ochrony roślin) należy z opryskiwacza usunąć resztki cieczy użytkowej poprzez wypryskanie cieczy użytkowej ze zbiornika, lub spuszczenia resztek cieczy poprzez kran spustowy do podstawionych naczyń.

Właściwe opróżnienie opryskiwacza z resztek cieczy użytkowej, w zależności od sytuacji i wyposażenia technicznego gospodarstwa można dokonać poprzez:

- dolanie do zbiornika opryskiwacza wody w ilości równej 10–30 % objętości zbiornika i rozproszenie cieczy z większą prędkością roboczą na uprzednio opryskiwanej plantacji. Czynność taką należy powtórzyć trzykrotnie. Gwarantuje to w pełni oczyszczenie całego układu przewodzenia cieczy.
- dolanie do zbiornika opryskiwacza wody w ilości równej 10–30 % objętości zbiornika i wypryskanie jej na własnym, nie użytkowanym rolniczo terenie, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na których mogą przebywać zwierzęta domowe. Czynność taką należy powtórzyć trzykrotnie.

Wypryskując rozcieńczoną pozostałość cieczy na polu należy zmniejszyć ciśnienie i zwiększyć prędkość jazdy opryskiwacza aby nie spłukać z roślin naniesionego wcześniej środka ochrony roślin i nie spowodować jego przedawkowania.

Resztki pozostałej, spuszczonej cieczy z opryskiwacza unieszkodliwić z wykorzystaniem urządzeń technicznych zapewniających biologiczna biodegradację substancji czynnych ś.o.r.

Po usunięciu pozostałości cieczy użytkowej ze zbiornika w następnej kolejności należy oczyścić wszystkie filtry i rozpylacze z resztek preparatu. Następnie po uruchomieniu pompy należy przepłukać czystą wodą cały układ przewodzenia cieczy, otwierając kolejno dopływ do poszczególnych sekcji belki polowej. W celu uniknięcia przedostawania się ścieków do pobliskich zbiorników lub cieków wodnych zalecane jest płukanie opryskiwacza na polu, na którym wykonywano zabiegi ochronne.

Wymienne, umyte rozpylacze należy przechowywać w osobnych pojemnikach, posegregowane wg producenta, typu i wymiaru, najlepiej z dołączoną informacją jaką ilość godzin dany komplet przepracował. Przy czyszczeniu rozpylaczy należy zwracać uwagę na fakt, że są to bardzo delikatne i precyzyjne elementy a do ich czyszczenia dopuszcza się stosowanie tylko specjalnych szczoteczek z tworzy-

wa względnie silnego strumienia powietrza. W żadnym wypadku nie mogą być do tego celu stosowane ostre i twarde przedmioty.

Po zakończeniu okresowego wykonywania zabiegów jedną grupą środków ochrony roślin czy stosowania nawozów, a przed stosowaniem preparatów z innych grup chemicznych opryskiwacz należy umyć używając do tego celu specjalne środki zalecane do mycia opryskiwaczy (np. Czysty opryskiwacz, Agroclean, Pestout). Środki te należy stosować zgodnie z etykietą środka ochrony roślin, dodając je do wody w zbiorniku opryskiwacza już wstępnie umytego czystą wodą,. Mają one na celu oprócz pomocy w usuwaniu brudu i zanieczyszczeń, umożliwić neutralizację resztek środków ochrony roślin i nawozów w zbiorniku i instalacji przewodzącej ciecz użytkową. Ma to szczególne znaczenie po stosowaniu środków chwastobójczych.

W żadnym wypadku nie należy pozostawiać w opryskiwaczu niewykorzystanej cieczy użytkowej. Wyjątek może stanowić tylko konieczność kilkugodzinnego przechowania cieczy na skutek przerwania zabiegu np. z powodu załamania się pogody. Ciecz użytkowa, pozostawiona przez dłuższy okres w zbiorniku opryskiwacza, często ulega rozwarstwieniu tworząc trudne do usunięcia osady.

Kontakt elementów roboczych opryskiwacza z preparatami chemicznymi wpływa ujemnie na sprawność i trwałość aparatu i jego podzespołów. Po zakończonym dniu pracy należy umyć wodą cały aparat z zewnątrz, a także podzespoły mające kontakt ze środkami chemicznymi. Do mycia opryskiwacza należy stosować najmniejszą konieczną objętość wody. Bardzo przydatne do tego celu są wysoko-ciśnieniowe myjki używane do mycia samochodów i innych maszyn rolniczych. Urządzenia te różnią się miedzy sobą wieloma istotnymi parametrami takimi jak: wydajność, ciśnienie robocze, możliwością podgrzewania wody oraz stosowania dodatków myjących do cieczy roboczej.

Z uwagi na możliwość przedostawania się resztek środków ochrony roślin do wód powierzchniowych wszystkie czynności związane z myciem opryskiwacza należy wykonywać na terenie nie użytkowanym rolniczo, z dala od ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i miejsc, na którym mogą przebywać ludzie i zwierzęta. Ostatnio najbardziej polecane są do tego celu specjalne stanowiska np. „Biobed".

Po umyciu i wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza (np. przesmarowanie wskazanych elementów) zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy należy wykonywać na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Dogłębne czynności konserwacyjne zalecane jest przed okresem długotrwałego przechowywania opryskiwacza, po zakończeniu sezonu.

Przeglądy opryskiwacza przeprowadzane systematycznie gwarantują zawsze bezawaryjne i terminowe wykonanie zaplanowanych zabiegów.

Tabela 19. Parametry opryskiwania zalecane do wykonywania polowych zabiegów ochrony roślin (typy rozpylaczy i dawki cieczy użytkowej na haktar)

		Typy rozpylaczy szczelinowych				Dawka cieczy	
		Standardowe	**Uniwersalne (o polepszonej jakości rozpylania**	**Antyznoszeniowe (przeciwznoszeniowe)**	**Eżektorowe**	**Technika konwen-cjonalna**	**Technika PSP**
HERBICYD	Doglebowe	✓	✓✓	✓✓	✓✓	200–300	100–200
	Nalistne	✓	✓✓	✓✓	✓	150–250	75–150
	Desykacja	✓	✓✓	✓✓	✓	150–300	50–100
REGULATOR ROZWOJU ROŚLIN		✓	✓✓	✓✓	✓✓	200–300	100–150
FUNGICID	Rośliny we wczesnych fazach rozwojowych	✓	✓✓	✓✓	✓	150–300	75–150
	Zwarte łany	✓	✓✓	✓✓	✓✓	200–300	100–150
INSEKTYCYD	Kontaktowe	✓	✓✓	✓	✓	150–300	100–150
	Układowe	✓	✓✓	✓✓	✓✓	150–250	75–150
NAWOZY PŁYNNE	Doglebowe	✓	✓	✓✓	✓✓	150–300	100–200
	Dolistne	✓✓	✓✓	✓	✓	150–300	100–150
	Mieszanina ś.o.r. i nawozów	✓	✓✓	✓✓	✓✓	150–300	75–150

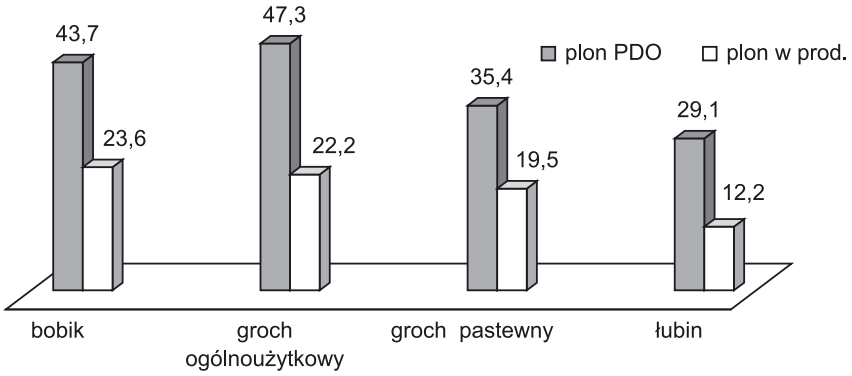
Przydatność: ✓✓– bardzo dobra ✓ – dobra – nie zalecany

XV. ZNACZENIE HODOWLI W INTEGROWANEJ OCHRONIE ŁUBINU

Lech Boros, Stanisław Stawiński

Zmiany zachodzące w światowym rolnictwie w ostatnich dziesięcioleciach gwałtownie przyspieszają na skalę, której jeszcze kilkadziesiąt lat temu by się nikt nie spodziewał. Idą one jakby dwutorowo, gdyż z jednej strony mamy do czynienia z intensyfikacją technologii produkcji i produktywności roślin, a z drugiej powrót do rolnictwa ekstensywnego (ekologicznego) bardziej zgodnego z naturą, lecz mniej wydajnego. Obydwa kierunki oczekują od hodowli tworzenia nowych odmian bardziej plennych w warunkach uprawy właściwych dla nich i o cechach przez nie pożądanych. Hodowla (tworzenie) nowych odmian to z punktu widzenia ochrony środowiska najbardziej przyjazny sposób intensyfikacji produkcji roślinnej, w przeciwieństwie do pozostałych najmniej na to środowisko oddziaływujący. Jak podaje Prusiński (2007) obserwowany w latach 1951–1970 wzrost plonów roślin uprawnych wynikał w 18% z postępu wnoszonego przez nowe odmiany. Natomiast w latach 1971–1995 udział postępu biologicznego w podnoszeniu produkcyjności roślin wyniósł już 52%.

Oszacowany przez Prusińskiego (2007) w oparciu o wyniki doświadczeń rejestrowych i porejestrowych COBORU (Syntezy wyników 1989–2006) roczny postęp hodowlany w plonowaniu dla łubinu wąskolistnego wyniósł 57,4 kg/ha. Z obliczeń własnych wykonanych z wykorzystaniem wzorca zbiorowego i odchyleń plonu badanych odmian od wartości wzorca zbiorowego za okres 2001–2009, roczny postęp hodowlany łubinu wąskolistnego wyniósł 48,2 kg/ha (Boros, dane niepublikowane 2012).



Rys. 5. Plony nasion dt/ha w doświadczeniach PDO (wg COBORU) i w produkcji (wg GUS, 2006–2010)

Pomimo znaczącego postępu hodowlanego wyrażonego rocznym przyrostem plonu nasion, jego wykorzystanie w warunkach produkcyjnych jest tylko częściowe, co obrazuje zestawienie plonu z doświadczeń PDO ze średnimi plonami wg GUS. Wykorzystanie potencjalnych możliwości produkcyjnych bobiku, grochu ogólnoużytkowego, pastewnego, łubinu wąskolistnego średnio za lata 2006–2010 wynosiło odpowiednio 54,0%, 47,0% i 55,1% oraz 41,9%. (rys. 5).

W uprawie łubinu nie stosuje się nawożenia azotowego, stąd nie ma możliwości zwiększenia plonowania przez intensyfikację tego silnie oddziaływującego czynnika plonotwórczego, jak to ma miejsce w odniesieniu do pozostałych grup roślin. Większą rolę muszą tu odgrywać inne czynniki w tym szczególnie hodowla nowych odmian.

15.1. Kierunki hodowli

W historii hodowli łubinu są znaczące osiągnięcia, które w istotny sposób ułatwiały uprawę oraz poprawiały plonowanie i cechy użytkowe. Do najważniejszych ujmując chronologicznie m.in. należą: znalezienie form niskoalkaloidowych w łubinie żółtym w latach 30. XX wieku, wyhodowanie w latach 70. XX wieku odmian łubinu żółtego odpornych na fuzaryjne więdnięcie, wyhodowanie na początku lat 80. XX wieku pierwszych odmian termoneutralnych, uzyskanie form zdeterminowanych (syn. samokończące, epigonalne), na bazie których na początku lat 90. XX wieku wyhodowano pierwsze odmiany. Następnie w latach 90. XX wieku wyhodowanie pierwszych w Polsce odmian łubinu wąskolistnego o strąkach niepękających oraz na początku XXI wieku wyhodowanie pierwszych w Polsce odmian łubinu wąskolistnego odpornych na fuzaryjne więdnięcie.

W Polsce aktualnie hodowla łubinu prowadzona jest w dwóch ośrodkach tj. Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR Oddział w Przebędowie (HR Smolice) oraz Poznańskiej Hodowli Roślin Sp. z o.o. Oddział w Wiatrowie (PHR). W tych ośrodkach prace koncentrują się głównie na dwóch gatunkach mających względnie większe znaczenie gospodarcze, tj. łubinie wąskolistnym i łubinie żółtym. Głównymi kierunkami są (wg. programu hodowli HR Smolice, niepubl.):

- podwyższenie i stabilizacja plonu nasion,
- tolerancja na opóźnienie siewu (termoneutralność),
- zdeterminowanie wzrostu,
- wczesność dojrzewania,
- niepękanie strąków (tylko w łubinie wąskolistnym),
- poprawienie cech jakościowych nasion (zawartość alkaloidów i białka),
- hodowla odpornościowa.

Głównym celem hodowli łubinu, podobnie jak i innych roślin uprawnych, jest zwiększenie plonowania i jego ustabilizowanie. Jak wcześniej przedstawiono postęp w tym zakresie jest znaczny lecz na tle postępu w plonowaniu pszenicy, kuku-

rydzy, rzepaku jest on ciągle niewystarczający. Wpływ na to w dużej mierze mają niskie nakłady na hodowlę wynikające z małego znaczenia gospodarczego oraz „trudna" biologia tej grupy roślin.

Ogromny postęp w plonowaniu pszenicy i rzepaku osiągnięto między innymi poprzez przystosowanie nowych odmian do wybitnie plonotwórczego bardzo wysokiego nawożenia azotowego, co w przypadku łubinu jest niemożliwe, gdyż łubin żółty i wąskolistny w niewielkim stopniu lub wcale nie reagują na ten czynnik wzrostem plonowania. Łubin ma dosyć specyficzne, wykluczające się wymagania wodnoglebowe – nie lubi gleb zwięzłych próchnicznych, o wysokim pH, o wysokim poziomie wód gruntowych, a jednocześnie w okresie kwitnienia bardzo źle reagują na niedobory wody, co jest w praktyce nie do uniknięcia w warunkach gleb słabych, na których są najczęściej uprawiane. Czynnik ten jest główną przyczyną niskiej stabilności plonowania w rodzaju *Lupinus*.

Duży postęp w hodowli osiągnięto dzięki wprowadzeniu cechy termoneutralności, czyli braku potrzeby oddziaływania niskiej temperatury na kiełkujące nasiona łubinu. W praktyce dzięki temu możliwy stał się opóźniony siew łubinu, czyli w warunkach klimatycznych Polski po około 5–10 kwietnia bez ryzyka znacznego wydłużenia wegetacji i silnego spadku plonowania. Obecnie tylko dwie odmiany łubinu zarejestrowane w Polsce nie posiadają cechy termoneutralności co najlepiej świadczy o jej ważności. W tym zakresie pomocne dla hodowli mogą za kilka lat stać się badania nad markerami molekularnymi prowadzone w Instytucie Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu (Książkiewicz 2012).

Zdeterminowanie wzrostu (syn. samokończenie, epigonalność) jest cechą łubinu ukierunkowaną na rośliny o pojedynczych pędach. Nie tworzą one wówczas rozgałęzień bocznych II i dalszych rzędów, a rozgałęzienia I rzędu są bardzo krótkie i najczęściej nie wyrastają ponad pęd główny. W gęstych siewach rośliny zdeterminowane najczęściej w ogóle nie wytwarzają pędów bocznych. Zaletą tej formy jest wcześniejsze, a przede wszystkim bardzo równomierne dojrzewanie, co ważne jest przy uprawie łubinu na północnych krańcach Polski, a także w lata wilgotniejsze i chłodniejsze oraz przy uprawie na glebach lepszych dobrze uwilgotnionych. Wadą tej formy jest nieco niższe plonowanie, szczególnie w łubinie żółtym i białym, w porównaniu do form w pełni rozgałęziających się, a także wymóg zwiększonego wysiewu nasion.

Wczesność dojrzewania. Cecha ma mniejsze znaczenie niż te wcześniej wymienione lecz w przypadku uprawy w rejonach północnych Polski i na pogórzu formy późne mogą, w niektóre lata, mieć problemy z dojrzewaniem we właściwym czasie. W łubinie żółtym duża wczesność dojrzewania nadaje roślinom właściwości tzw. pozornej tolerancji na antraknozę łubinu co zmniejsza ryzyko zniszczenia plantacji obsianej tym gatunkiem. Zaletą (w pewnym stopniu) form późnych w łubinie wąskolistnym jest wytwarzanie (nie we wszystkich przypadkach) więk-

szej masy wegetatywnej. Ma to znaczenie w przypadku, gdy oprócz plonu nasion chce się uzyskać jak najlepsze oddziaływanie na rośliny następcze.

Pękanie strąków. Podatność na pękanie strąków była aż do połowy lat dziewięćdziesiątych ub. wieku główną przyczyną ograniczającą i poważnie utrudniającą uprawę łubinu wąskolistnego. W lata suche i gorące, kiedy dojrzewanie było przyspieszone, opóźnienie zbioru plantacji o 1–3 dni mogło w skrajnych przypadkach spowodować wypękanie 80–100% strąków. Z konieczności omłacano wówczas częściowo dojrzałe plantacje (szczególnie na glebach mozaikowatych) uzyskując mocno zanieczyszczone nasiona o wilgotności nawet powyżej 25%. Wyhodowanie odmian o strąkach niepękających te problemy całkowicie wyeliminowało. Niemniej w hodowli twórczej łubinu wąskolistnego cecha niepękania strąków musi być stale uwzględniana ze względu na nie monogeniczne jej uwarunkowanie.

Poprawienie cech jakościowych (zawartość alkaloidów i białka). Alkaloidy są głównym czynnikiem antyżywieniowym zawartym w nasionach łubinu i nadającym im gorzki smak. Formy gorzkie o wysokiej zawartości nie nadają się do skarmiania w żadnej grupie zwierząt. Stosowane metody hodowli pozwalają na zredukowanie ich zawartości do poziomu w pełni bezpiecznego dla zwierząt. Wszystkie obecnie zarejestrowane odmiany łubinu, poza trzema gorzkimi, mogą być stosowane jako dodatki wysokobiałkowe do paszy. Niemniej ciągle dąży się do dalszego zmniejszenia ich zawartości w nasionach rodów hodowlanych, w niektórych przypadkach nawet do ilości śladowej co pozwoli w najbliższych latach całkowicie wyeliminować je jako czynnik pogarszający jakość paszy. Znacznie trudniejszym zadaniem jest podniesienie zawartości białka w nasionach. W łubinie żółtym raczej się do tego nie dąży, gdyż zawartość na poziomie 40–45% jest wystarczająca. W łubinie wąskolistnym zawartość jest znacznie niższa (28–34%), a także różnice między odmianami są znaczne i sięgają ok. 3%. Istnieje bardzo duże ryzyko, że maksymalizując w trakcie prac hodowlanych plon nasion można doprowadzić do obniżenia zawartości białka i pogorszenia jego składu. Stąd konieczność stałej kontroli jego poziomu w procesie tworzenia odmian.

15.2. Hodowla odpornościowa łubinu

Hodowla odpornościowa prowadzona jest w łubinie żółtym i łubinie wąskolistnym w zakresie takich chorób jak: antraknoza łubinu (*Colletotrichum gleosporioides*) i fuzaryjne więdnięcie łubinu (*Fusarium* sp.). Największym zagrożeniem w uprawie łubinu żółtego jest antraknoza. Ze względu na to, że na liściach, łodygach i strąkach roślin tego gatunku najdłużej utrzymuje się wilgoć (z rosy lub opadów) grzyb ten znajduje tutaj szczególnie dobre warunki do rozwoju. Rozwojowi tej choroby sprzyja też wolniejszy wzrost i dłuższy okres wegetacji łubinu żółtego niż łubinu wąskolistnego, gdyż grzyb ten dobrze rozwija się na niezdrewniałych

młodych tkankach. Zagrożenie jest szczególnie duże w lata o ciepłej i wilgotnej wiośnie, szczególnie w okresach tuż po wschodach, w fazie dwóch liści i na początku kwitnienia. Najczęściej czynnikiem inicjującym chorobę są wysiane porażone nasiona. Stąd ochronę i hodowlę odpornościową trzeba zacząć od wyeliminowania nasion zainfekowanych. Jak do tej pory nie znaleziono źródeł pełnej odporności, lecz zidentyfikowano genotypy mniej wrażliwe i na tej bazie już od kilku lat prowadzone są po części wspólnie przez HR Smolice i Poznańską HR testy w warunkach polowych, szklarniowych i pod osłonami przy podwyższonej wilgotności powietrza. Wyniki tych prac pozwalają stwierdzić, że uzyskano formy łubinu żółtego ulepszone pod względem odporności na porażenie antraknozą (Barzyk 2012).

Fuzaryjne więdnięcie powodowane głównie przez grzyba *Fusarium oxysporum* jest chorobą atakującą naczynia roślin głównie łubinu wąskolistnego lecz w pewnym stopniu także łubinu żółtego. Szkodliwość tej choroby na plantacjach łubinu jest wprawdzie dużo mniejsza niż antraknozy niemniej także powoduje spadek plonowania, lecz w sposób mniej spektakularny. Hodowla odpornościowa przeciw tej chorobie prowadzona jest w łubinie żółtym ponad 50 lat i zaowocowała począwszy od połowy lat 70. XX wieku wprowadzeniem do polskich odmian genu warunkującego odporność. Aktualnie wszystkie zarejestrowane w COBORU odmiany łubinu żółtego są na tę chorobę odporne, co potwierdzają testy przeprowadzone w warunkach prowokacyjnych, w których przeżywalność roślin wynosi 80–98%.

Mniej zaawansowane są prace nad odpornością na tę chorobę w łubinie wąskolistnym. Rozpoczęto je na przełomie lat 80. i 90. XX wieku co pozwoliło już w roku 2002 zarejestrować pierwszą odmianę (Zeus) tolerancyjną na tę chorobę. Aktualnie w Rejestrze Odmian znajduje się odmiana Kalif charakteryzująca się przeżywalnością roślin w warunkach prowokacyjnych przekraczającą 90%, a więc odmiana odporna, a dalszych pięć odmian charakteryzuje się przeżywalnością przekraczającą 50%. Dane te uzyskano w wyniku prac atestacyjnych na tzw. „polu śmierci" w Przebędowie.

15.3. Jakość materiału siewnego

Po wpisaniu do Krajowego Rejestru wytwarzanie i sprzedaż kwalifikowanego materiału siewnego jest kolejnym ogniwem przekazywania postępu biologicznego do produkcji rolniczej. Począwszy od roku 2006, w kolejnych latach obserwowano wzrost zarówno areału produkcji nasiennej oraz produkcji nasion kwalifikowanych. Najwyższy areał plantacji nasiennych roślin strączkowych odnotowano w 2010 roku – 9,4 tys. ha. Prawie 70% areału upraw nasiennych roślin strączkowych skoncentrowane jest w kilku województwach. Największy areał upraw zlokalizowany jest w województwie wielkopolskim następnie w kujawsko–pomorskim i łódzkim. Wiąże się to z lokalizacją firm zajmujących się nasiennictwem tej grupy roślin i wieloletnią tradycją w uprawie roślin strączkowych.

Tabela 22. Powierzchnia plantacji nasiennych i produkcja kwalifikowanych nasion roślin strączkowych w latach 2008–2010 (wg PIORIN)

Gatunki	Powierzchnia [ha]			Produkcja nasienna [ton]		
	2009	**2010**	**2011**	**2008/09**	**2009/10**	2010/11
Bobik	167	423	442	195,9	314,1	584,5
Groch	1 803	3 011	2305	2 047,6	2523,1	3 730,4
Łubin wąskolistny	1 610	3 208	2754	2 013,4	2446,8	3 224,7
Łubin żółty	1 709	2 357	1872	961,1	1694,3	1 192,5
Wyka siewna	399	373	268	253,2	298,8	234,9

W ostatnich trzech latach najwyższą powierzchnię upraw nasiennych odnotowano dla łubinu wąskolistnego (tab. 22).

Wartość materiału siewnego charakteryzują właściwości genetyczne odmiany, które determinują zdolność do wytwarzania określonego pod względem wielkości i jakości plonu w danych warunkach środowiskowych oraz parametry jakości nasion. Cechami wpływającymi w istotny sposób na ilość i jakość plonu są: tożsamość i jednolitość odmianowa, zdrowotność, dorodność, czystość i zdolność kiełkowania oraz wigor. Stosowanie do siewu nasion niekwalifikowanych z samozaopatrzenia, z powodu degeneracji odmiany, skutkuje spadkiem plenności oraz innych cech decydujących o wartości gospodarczej odmiany. Coroczny wysiew kwalifikowanych nasion jest najtańszym źródłem wzrostu plonu nawet o 10–20%. Wysiew kwalifikowanego materiału siewnego daje producentowi możliwość doboru odpowiedniej odmiany dla danego kierunku produkcji i warunków glebowo–klimatycznych oraz gwarancje wysokiego plonu i dużej wartości użytkowe nasion.

Reprodukcja łubinu wąskolistnego, podobnie jak innych gatunków roślin strączkowych, podlega przepisom prawa nasiennego (Dz.U. z 2007r. Nr 41, poz. 271, z późn. zm.).W obrocie może się znajdować materiał siewny odmian wpisanych do Rejestru Krajowego lub Katalogu Unijnego, kategorii elitarny lub kwalifikowany. Gwarancją tego, że materiał siewny został oceniony urzędowo lub pod urzędowym nadzorem, tzn. w trakcie wytwarzania prowadzone były lustracje polowe potwierdzające zachowanie warunków określonych Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 lutego 2007 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania materiału siewnego (Dz. U. z 2007 r. Nr 29, poz.189 ze zm.) są etykiety urzędowe lub etykiety przedsiębiorcy. Ponadto etykieta gwarantuje również, że materiał siewny spełnia wymagania jakościowe, dotyczące zdolności kiełkowania, czystości i obecności innych gatunków, określone w powyższym rozporządzeniu.

15.4. Metody oceny materiału siewnego

Aby nie dopuścić do obrotu nieodpowiedniego materiału siewnego konieczna jest kwalifikacja plantacji nasiennych wykonywana pod nadzorem Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Plantacje nasienne sprawdzane są pod względem czystości i jednolitości odmianowej, czystości gatunkowej, zdrowotności, stopnia zachwaszczenia, ogólnego rozwoju roślin, wielkości zgłoszonej plantacji oraz warunków niezbędnych do produkcji materiału siewnego wysokiej jakości. Ocenę wykonuje się na jednostkach kwalifikacyjnych o powierzchni 30 m^2 i 10 m^2 odpowiednio dla materiału kategorii elitarny i kwalifikowany. Liczba jednostek kwalifikacyjnych uzależniona jest od wielkości powierzchni. Plantacje nasienne nie mogą być zakładane na polu, na którym w ostatnich trzech latach uprawiano ten sam lub spokrewniony gatunek. Dla plantacji łubinu wąskolistnego obowiązuje izolacyjny, technologiczny pas o szerokości nie mniejszej niż 2 m (Dz.U. nr29 poz.189 z dnia 1 luty 2007 r.). Liczba i rodzaj wad stwierdzonych w czasie lustracji, jest podstawą do oceny plantacji. Zależnie od wyniku tego porównania kwalifikator wystawia świadectwo kwalifikacji polowej z decyzją zakwalifikowania lub zdyskwalifikowania plantacji.

Kolejnym etapem jest ocena laboratoryjna polegająca na badaniu przede wszystkim takich cech jak: czystość, zdolność kiełkowania, masa 1000 nasion, wilgotność, zdrowotność (dla określonych patogenów). Badania czystości, zdolności kiełkowania, wilgotności prowadzone są według metodyki i procedur opisanych w Międzynarodowych Przepisach Oceny Nasion ISTA (2012). Czystość nasion określa się w celu stwierdzenia rodzaju i ilości zanieczyszczeń znajdujących się w badanym materiale siewnym. Oznaczenie polega na ustaleniu procentu nasion czystych i zanieczyszczeń w stosunku do ogólnej masy próbki. Według obowiązującej metodyki do nasion czystych zalicza się wszystkie nasiona badanego gatunku i odmiany, niezależnie od tego, czy są one pomarszczone, niedorozwinięte lub połamane, z tym zastrzeżeniem, że uszkodzenie nie może przekraczać połowy pierwotnej wielkości nasienia.

Ocena kiełkowania musi być wykonana dla nasion pobranych z frakcji nasion czystych. Dla łubinu wąskolistnego zaleca się przechłodzenie nasion. Ocenę zdolności kiełkowania można prowadzić na dwóch rożnych podłożach, tj. na bibule lub w piasku w temperaturze 20°C. Pierwsze liczenie przeprowadzane jest po 5, a końcowe po 10 dniach. Określana jest liczba siewek normalnych, nienormalnie kiełkujących oraz martwych. Wszystkie nasiona świeże, zdrowe, które nie skiełkowały po zastosowaniu zabiegów wstępnych uznaje się za nasiona skiełkowane. Nasiona twarde uznaje się za nasiona zdolne do kiełkowania, jednakże w liczbie nie przekraczającej maksymalnej zawartości nasion twardych zgodnie z wymaganiami jakościowymi. Jeżeli uzyskane wyniki odpowiadają obowiązującym przepisom określonym w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz.U.

nr 183, poz. 1230, z dnia 14 września 2010 r.), a badane nasiona pochodzą z plantacji zakwalifikowanej polowo, wystawiane jest świadectwo kwalifikacji z decyzją o zakwalifikowaniu danej partii nasion. Dokument ten zawiera wszystkie wyniki analiz oraz pochodzenie, gatunek, nazwę odmiany, stopień kwalifikacji, a także numer pola, z którego nasiona zostały zebrane.

15.5. Lustracja, termin i metody lustracji roślin

W trakcie sezonu wegetacyjnego wykonywana jest dwukrotna ocena plantacji nasiennej pod względem takich cech jak pochodzenie materiału kwalifikowanego użytego do założenia plantacji, wyrównanie łanu, zdrowotność, czystość odmianowa i izolacja przestrzenna. Ocenę przeprowadza urzędowy lub akredytowany kwalifikator. Dla łubinu wąskolistnego obowiązuje pierwsza ocena stanu plantacji w okresie pełni kwitnienia roślin (BBCH 61), a druga w okresie zawiązywania strąków (BBCH 73). Pod względem czystości odmianowej na plantacji nasiennej nie może być więcej niż jedna roślina nietypowa na jednostkę kwalifikacyjną, tj. 30 m^2 dla kategorii nasion elitarnych i 10 m^2 dla kwalifikowanych. Plantacja powinny być praktycznie wolna od gatunków innych niż uprawiany. Występowanie roślin należących do innych gatunków, których nasiona są trudne do odróżnienia podczas badania laboratoryjnego powinna wynosić: 1 roślina na jednostkę kwalifikacyjną 30 m^2 dla kategorii nasion elitarnych lub 1 roślina na 10 m^2 dla nasion kategorii kwalifikowany. Występowanie na plantacji chorób, w szczególności chorób grzybowych wywołanych przez *Colletotrichum* ssp, i szkodników w ilości powodującej ograniczenie wykształcenia nasion lub uniemożliwiającej przeprowadzenie oceny polowej może być podstawą do nieuznania plantacji za spełniającą wymagania szczegółowe (Dz.U. Nr 29 poz.189). Liczba i rodzaj wad stwierdzonych w czasie lustracji jest podstawą oceny plantacji. Po pozytywnej ocenie następuje zakwalifikowanie plantacji nasiennej. Zebrany plon jest następnie oceniany laboratoryjnie i po kwalifikacji laboratoryjnej staje się materiałem kwalifikowanym.

XVI. FAZY ROZWOJOWE ROŚLIN ŁUBINU W SKALI BBCH

Roman Krawczyk, Kinga Matysiak

Precyzyjne określenie fazy rozwojowej rośliny uprawnej stanowi istotny element w produkcji roślinnej. Obserwacja następujących po sobie faz rozwojowych rośliny nabiera szczególnego znaczenia w ochronie roślin. Poprawna ocena faz wzrostu i rozwoju rośliny pozwala nie tylko na uzyskanie wyższej skuteczności stosowanych środków ochrony roślin, ale również w wielu przypadkach zapobiega uszkodzeniom roślin. Należy pamiętać o tym, że zarówno zbyt wczesna, jak i zbyt późna aplikacja środków ochrony roślin może mieć negatywny wpływ na plon.

Aby sprostać oczekiwaniom wszystkich, którzy zajmują się produkcją roślinną, czy to w aspekcie naukowym, czy praktycznym, w końcu lat 90. XX wieku utworzono uniwersalną skalę BBCH, dzięki której można w prosty i dokładny sposób określić fazę rozwojową rośliny uprawnej. uniwersalność polega na tym, że kody liczbowe przypisane poszczególnym etapom wzrostu i rozwoju są takie same dla każdego gatunku rośliny uprawnej, a w przypadku braku występowania określonej fazy, po prostu pominięte. Obecnie skala BBCH jest uznawana za najbardziej popularną skalę opisującą rozwój roślin. Dziesiętna skala BBCH podzielona jest na główne i podrzędne fazy rozwojowe, oparta w dużym stopniu na skali Zadoks'a, która została opracowana dla zbóż. Cały rozwój rośliny w okresie wegetacyjnym został podzielony na dziesięć wyraźnie różniących się faz rozwojowych. Główne (podstawowe) fazy wzrostu i rozwoju opisano stosując numerację od 0 do 9. Aby jednak dokładnie wyznaczyć termin zabiegu albo datę oceny jego skuteczności, nie wystarcza określenie tylko głównych faz wzrostu rośliny. W celu dokładniejszego scharakteryzowania danej fazy, niezbędne jest dodanie drugiej cyfry.

Poszczególne fazy w ramach jednej rośliny lub w obrębie plantacji mogą trwać w tym samym czasie. Gdy na polu występują rośliny łubinu w obrębie jednej fazy, np. w fazie dwóch liści (BBCH 21) i czterech liści (BBCH 23), opis roślin w obrębie tej samej fazy należy oddzielić myślnikiem [–]. Występowanie na plantacji roślin w fazie dwóch liści i czterech liści należy opisać następująco: BBCH 21–23. W sytuacji gdy rośliny są w różnych fazach rozwoju zapis poszczególnych faz należy oddzielić „ukośnikiem" [/]. I tak np., gdy w końcowej fazie kwitnienia (BBCH 69) łubinu rośliny wytworzyły pierwsze strąki (BBCH 71) sytuację na plantacji zobrazuje zapis BBCH 69/71.

Klucz do określenia wybranych faz rozwojowych łubinu białego, łubinu wąskolistnego i łubinu żółtego (Römer 2007)

KOD	OPIS
Główna faza rozwojowa 0: Kiełkowanie	
01	Suche nasiona
03	Nasiona napęczniałe
05	Korzonek zarodkowy wyłania się z okrywy nasiennej
07	Hipokotyl z liścieniami *(kiełek)* osiąga połowę długości nasiona
09	Hipokotyl z liścieniami *(kiełek)* osiąga dwukrotną długość nasiona
Główna faza rozwojowa 1: Wschody	
11	Liścienie przedostają się na powierzchnię gleby
15	Liścienie całkowicie rozwinięte *(rozłożone)*
Główna faza rozwojowa 2: Rozwój rozety	
21	Faza 1 i 2 liścia
23	Faza 3 i 4 liścia
25	Faza 5 liścia
29	Koniec rozwoju rozety (1 międzywęźle dłuższe niż 1 cm)
Główna faza rozwojowa 3: Rozwój (wydłużanie) pędu[1]	
31	Faza 6 liścia
33	Faza 7 liścia
35	Faza 8 liścia
37	Faza 9 liścia
38	Faza 10 liścia
39	Faza 11 liścia i liści następnych
Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanu	
53	Widoczne pąki kwiatowe na szczycie pędu (1 cm)
57	Widoczne pierwsze płatki
Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie	
61	Początek kwitnienia, otwarte pierwsze kwiaty
63	Około 75% kwiatów otwartych
65	Pierwsze kwiaty tracą swój charakterystyczny kolor
69	Koniec fazy kwitnienia: wszystkie kwiaty przekwitły

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój owoców (strąka)

71 Widoczne pierwsze strąki (dłuższe niż 2 cm)
73 Widocznych 75% strąków
77 Pierwsze strąki osiągnęły swoją pełną wielkość (nasiona wyraźnie widoczne, strąki jasnozielone)
79 Około 75% strąków osiągnęło typową długość

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie

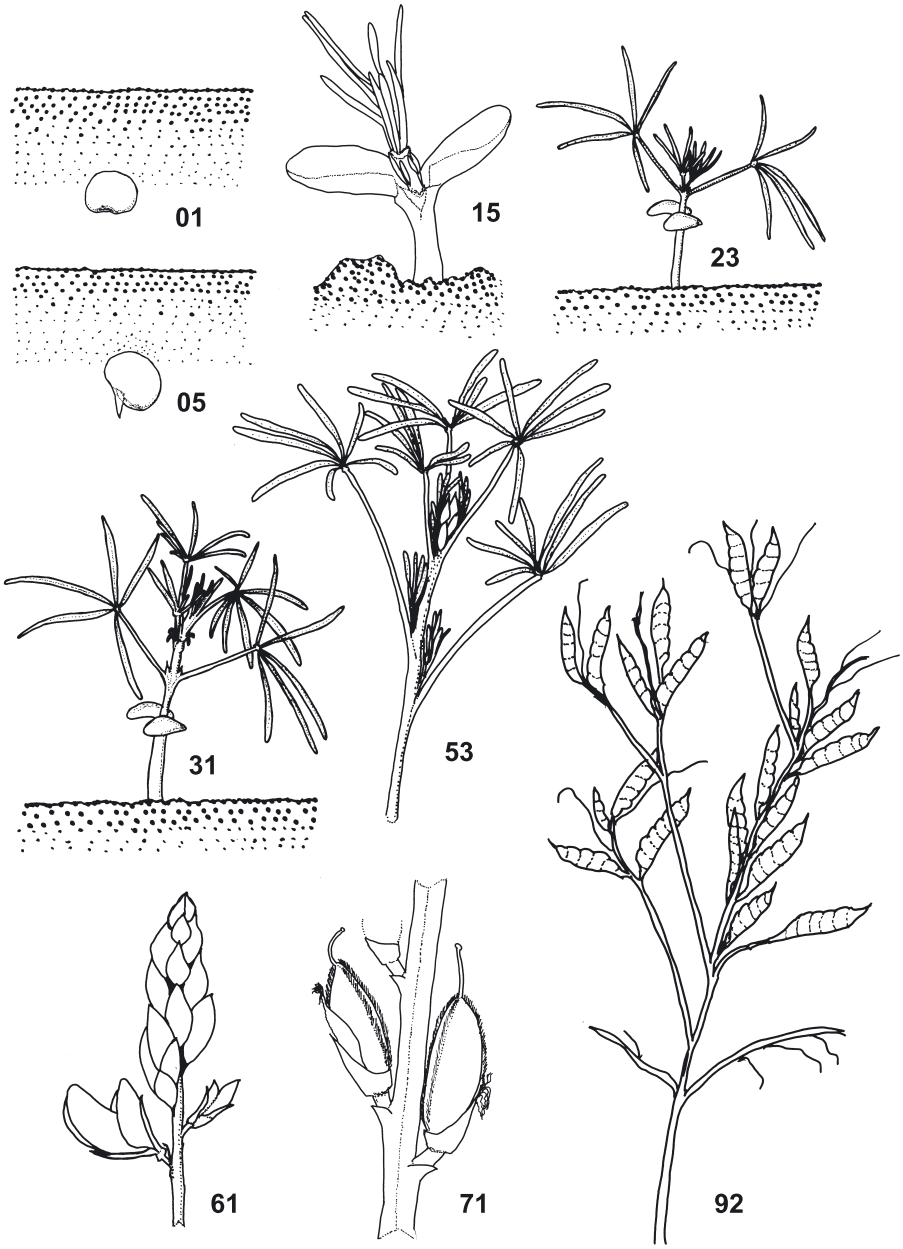
81 Zielona faza dojrzałości (liścienie zielone)
83 Pierwsze strąki zabarwiają się na brązowo
85 Brązowienie około 75% strąków, okrywa nasienna wybarwiona na właściwy kolor (nasiona białe lub z wykształconym rysunkiem)
87 Żółta faza dojrzałości, wszystkie strąki brązowe (liścienie żółte, okrywę nasienną można ścisnąć)
89 Nasiona twarde (nie można ścisnąć okrywy nasiennej)

Główna faza rozwojowa 9: Zamieranie

92 Pełna dojrzałość, łodyga uschnięta

[1] – wydłużanie pędu może nastąpić przed rozwojem 6 liścia

Łubin wąskolistny



© 2012: R. Krawczyk

XVII. ZASADY PROWADZENIA EWIDENCJI STOSOWANYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

W myśl art. 67 ust. 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. (Dz. U. L 309 z 24.11.2009, str. 1), właściciele gospodarstw rolnych są zobowiązani do prowadzenia ewidencji zabiegów wykonywanych przy użyciu chemicznych środków ochrony roślin.

Ewidencja musi zawierać takie informacje jak: nazwa uprawianej rośliny, powierzchnię uprawy w gospodarstwie, wielkość powierzchni oraz termin wykonania zabiegu, nazwę zastosowanego środka ochrony roślin, dawkę środka, przyczynę zastosowania środka ochrony roślin.

PRZYKŁADOWA TABELA DO PROWADZENIA EWIDENCJI ZABIEGÓW OCHRONY ROŚLIN

L.p.	Termin wykonania zabiegu	Nazwa uprawianej rośliny (odmiana)	Powierzchnia uprawy w gospodarstwie [ha]	Wielkość powierzchni, na której wykonano zabieg [ha]	Numer pola	Zastosowany środek ochrony roślin			Przyczyna zastosowania środka ochrony roślin z podaniem nazwy choroby, szkodnika lub chwastu	Uwagi		
						Nazwa handlowa	Nazwa substancji czynnej	Dawka [l/ha]; [kg/ha] lub stężenie [%]		Faza rozwojowa uprawianej rośliny	Warunki pogodowe podczas zabiegu	Skuteczność zabiegu
1.												
2.												
3.												

Ewidencję stosowania pestycydów można uzupełnić informacjami o warunkach pogodowych podczas zabiegu, fazie rozwojowej uprawianej rośliny w czasie zabiegu, a przede wszystkim o skuteczności przeprowadzonego zabiegu zwalczania danego agrofaga. Nie są to wprawdzie informacje wymagane w ustawie, ale mogą one być bardzo przydatne w planowaniu następnych zabiegów ochronnych oraz w razie konieczności odtworzenia historii uprawy.

Ewidencja powinna być przechowywana przez okres przynajmniej 3 lat od dnia wykonania zabiegu.

XVIII. LITERATURA

Adamczewski K., Dobrzański A. 1997. Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach uprawy roślin. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 37: 58–65.

Adamczewski, K. Miklaszewska, K. Paszkiewicz, Z. 1986. Dobór herbicydów do zwalczania chwastów w uprawie łubinu białego, wąskolistnego i żółtego. Ochrona Roślin 30: 14-16.

Adomas B., Piotrowicz–Cieślak A.I. 2007. Chemiczna ochrona łubinu a jakość plonu nasion. Cz. I – Herbicydy stosowane w ochronie łubinu a jakość plonu nasion. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 522: 87–98.

Affek–Starczewska A., Skrzyczyńska J. 2003. Wartość diagnostyczna pospolitych chwastów polnych występujących na Wysoczyźnie Kałuszyńskiej. Fragm. Agron. 4 (80): 41–57.

Barzyk P. 2012. Postęp w hodowli odpornościowej łubinu żółtego na antraknozę. W: X Ogólnopolska Konferencja Polskiego Towarzystwa Łubinowego i II Ogólnopolska Konferencja Roślin Strączkowych. 29.05–01.06.2012 r. Zakopane.

Bieniaszewski T. 2001. Niektóre czynniki agrotechniczne warunkujące wzrost, zdrowotność i plonowanie odmian łubinu żółtego. Wyd. UWM w Olsztynie, Rozpr. i Monografie 51.

Bieniaszewski T., Fordoński G., Kurowski T., Szwejkowski Z. 2003. Wpływ poziomu wilgotności gleby na wzrost i plonowanie tradycyjnych i samokończących form łubinu żółtego. Cz. II. Skład chemiczny nasion. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 495: 107–119.

Blanchard E.D. 1990. The effect of mechanical damage on the seed viability of lupin and field pea, grain legume seeds. p. 46–49. W: Proceedings of Agricultural Engineering Conference, 11–14 November 1990, Toowoomba, Australia.

Błaszczak W. 1963. Badania nad wąskolistnością łubinu żółtego w warunkach Polski zachodniej. Roczniki WSR w Poznaniu XV: 3–77.

Błaszczak W. 1967. Wybrane zagadnienia z badań nad wąskolistnością łubinu żółtego. Biuletyn IOR 36: 187–199.

Błaszczak W., Mańka M. 1977. Występowanie żółtej mozaiki fasoli na roślinach dziko rosnących Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 195: 127–136.

Boros L. 2012. Analiza wpływu stosowania kwalifikowanego materiału siewnego w konkurencyjności produkcji strączkowych. (ZNiN IHAR–PIB, dane niepublikowane).

Boros L., Stawiński S., Wawer A. 2012. Parametry wartości siewnej nasion łubinu wąskolistnego odminy Dalbor w procesie tworzenia partii nasion. W: X Ogólnopolska Konferencja Polskiego Towarzystwa Łubinowego i II Ogólnopolska Konferencja Roślin Strączkowych nt.: „Strategie wykorzystania roślin strączkowych", 29.05–01.06.2012, Zakopane.

Bubniewicz P., Adamczewski K. 1995. Ocena desykantów w uprawie łubinu żółtego. W: Materiały XXXV Sesji Naukowej IOR, 318–320.

D'Haeze W., Holsters M. 2002. Nod factors structures, responses and perception during initiation of nodule development. Glycobiol 12: 79–105.

Dobrzański A. 2011. Reakcja nasion chwastów segetalnych na uprawę roli wykonywaną w nocy. Post. Nauk Rol. 2: 9–11.

Dobrzański A., Adamczewski K. 2006. Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46: 11–18.

Doruchowski G., Hołownicki R. 2008. Przewodnik Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin – Zapobieganie zanieczyszczeniom wody ze skażeń miejscowych. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, 93 ss.

Doruchowski G., Ho łownicki R., Godyń A., Świechowski W. 2007. Kodeks Dobrej Praktyki Organizacji Ochrony Roślin – SPOOR. s. 54–60. W: „Racjonalna Technika Ochrony Roślin"– materiały z VII Konferencji, Poznań 2–3. X. 2007, 161 ss.

Dyachok J. V., Tobin A. E., Price N. P. J., von Arnold S. 2000. Rhizobial Nod factors stimulate somatic embryo development in *Picea abies*. Plant Cell Rep 19: 290–297.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 309(PL): 71–86.

Faligowska A., Szukała J. 2010. Wpływ szczepienia nasion i nawożenia azotem na cechy biometryczne roslin strączkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 550: 201–209.

Faligowska A., Szukała J. 2012. Wpływ deszczowania i systemów uprawy roli na wigor i wartość siewną nasion łubinu żółtego. Nauka Przyr. Technol. 6, 2, #26. Dostępny w internecie: www.npt.up-poznan.net/

Fiedorow Z., Gołębniak Z., Weber Z. 2008. Choroby roślin rolniczych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 208 ss.

Fiedorow Z., Weber Z. 1988. Podatność uprawianych w Polsce odmian łubinu żółtego na wirusy żółtej mozaiki fasoli i mozaiki ogórka. Roczniki Nauk Rolniczych seria E, t. 10 (2): 43–54.

Frencel I., Pospieszny H. 1977. Viruses in natural infection of yellow lupin (Lupinus luteus L.) in Poland. I. Bean yellow mosaic virus. Acta Phytopathol. Acad. Scient. Hungaricae 12 (3–4): 169–175.

Gołębniak B. 1979. Przenoszenie wirusa mozaiki ogórka z nasionami łubinu wąskolistnego i żółtego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 226: 99–102.

Górecki R.J. 1983. Przyczyny zmienności fizjologicznych właściwości nasion. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 258: 61–74.

Harasimowicz–Hermann G. 1998. Wartość następcza łubinu, ich miejsce w zmianowaniu oraz w siedliskach pozarolniczych. W: Łubin w rolnictwie ekologicznym. Listopad 1998, Przysiek: 31–40.

Hatano R., Lipiec J. 2004. Effects of land use and cultural practices on greenhouse gas fluxes in soil. Acta Agrophysica 111: 5–51.

Hennecke H. 1997. Rhizobial respiration to support symbiotic nitrogen fixation. W: biological nitrogen fixation for the 21st century, Eds: C. Elmerich, A. Kondorosi, W.E. Newton., Kluwer Acad. Pub., s. 429–434.

Horoszkiewicz–Janka J., Jajor E., Pieczul K., Korbas M. 2012. Wpływ wybranych zapraw na zdrowotność różnych odmian łubinu i grochu. Streszczenia z X Ogólnopolskiej Konferencji PTŁ i II Ogólnopolskiej Konferencji Roślin Strączkowych, 29.05–1.06.2012, Zakopane.

Jakubiak S., Adamczewski K. 2006. Ochrona przed chwastami w niektórych „małoobszarowych" uprawach rolniczych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46: 71–80.

Jensen R.K., Rasmussen J., Melander B. 2004. Selectivity of weed harrowing in lupin. Weed Research 44, 245–253.

Jones K. M., Kobayashi H., Davies B. W., Taga M. E., Walker G. C. 2007. How symbionts invade plants: the *Sinorhizobium–Medicago* model. Nat Rev Microbiol 5: 619–633.

Kaminski P. A., Batut J., Boistard P. 1998. A survay of symbiotic nitrogen fixation by rhizobia. In: Spaink H. P., Kondorosi A., Hooykaas P. J. (eds) The *Rhizobiaceae.* Molecular biology of model plant – associated bacteria. Kluver Academic Publisher, Dordrecht, The Netherland, 426–490.

Karunakaran R., Ramachandran V. K., Seaman J. C., East A. K., Mouhsine B., Mauchline T. H., Prell J., Skeffington A., Poole P. S. 2009. Transcriptomic analysis of *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* in symbiosis with host plants *Pisum sativum* and *Vicia cracca*. J Bacteriol 191: 4002–4014.

Khan M.L., McDermott T.R., Udvardi M.K. 1998. Carbon and nitrogen metabolism in *Rhizobia*. W: The *Rhizobiaceae*, Eds: H.P. Spaink, A. Kondorosi, P.J.J. Hooykaas, Kluwer Acad. Pub., 461–485.

Kidaj D. 2011. Bionawozy zawierające rizobiowe czynniki Nod jako nowy trend w uprawie roślin motylkowatych. Dostępne w internecie: www.rsi.lubelskie.pl/doc/sty5/art/Kidaj_D_art.pdf

Kidaj D., Wielbo J., Skorupska A. 2011. Nod factors stimulate seed germination and promote growth and nodulation of pea and vetch under competitive conditions. 2012 Mar 20, 167(3): 144–150.

Kierzek R. 2006. Development of new herbicide strategies for weed control in blu lupin (Lupinus angustifolius L.). Journal of plant Diseases and Protection Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft XX: 915-919.

Kierzek R. 2009. Krople grube i grubsze. Nowości wśród rozpylaczy. Rolnik Dzierżawca 1: 64–66.

Kierzek R. Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki opryskiwania adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. s. 109–116. W. „Racjonalna Technika Ochrony Roślin"– materiały z IX Konferencji, Poznań 12–13. X. 2010, 167 ss.

Kierzek R., Wachowiak M., Kaczmarek S., Krawczyk R. 2009. Wpływ techniki ochrony roślin na skuteczność wykonywanych zabiegów. Problemy Inżynierii Rolniczej 2: 75–81.

Kopcewicz J., Lewak S. (red.). Podstawy fizjologii roślin. PWN W–wa, 1998.

Korbas M., Horoszkiewicz–Janka J. 2012. Zagrożenie roślin strączkowych przez grzyby chorobotwórcze i możliwości ich zwalczania. Streszczenia z X Ogólnopolskiej Konferencji PTŁ i II Ogólnopolskiej Konferencji Roślin Strączkowych, 29.05–1.06.2012, Zakopane.

Kotecki A., Malarz W. 1991. Wpływ przedsiewnego nawożenia azotem i dolistnego nawożenia mikroelementami na rozwój i plonowanie łubinu żółtego. Zesz. Nauk AR Wrocław, Rol. 207: 85–97.

Krawczyk R. 2007. Ograniczenie zachwaszczenia w uprawach ekologicznych. W "Metody i środki rekomendowane do ochrony roślin w uprawach ekologicznych". s. 67–81. Kowalska J. i Pruszyński S. (red.). IOR–PIB Poznań, 145 ss.

Krawczyk R. 2009. Porównanie flory segetalnej w systemie produkcji ekologicznej i konwencjonalnej łubinu wąskolistnego. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49: 1799–1803

Krug E. C., Winstanley D. 2002. The need for comprehensive and consistent treatment of the nitrogen cycle in nitrogen cycling mass balance studies: I. Terrestial nitrogen cycle. Sci Total Environ 293: 1–29.

Książek D. 1963. Nasiona roślin motylkowatych przenosicielami wirusów. Ochrona Roślin 2: 22–24.

Książkiewicz M. 2012. Cecha wczesności kwitnienia łubinu wąskolistnego – podstawy genetyczne. W: X Ogólnopolskiej Konferencji Polskiego Towarzystwa Łubinowego i II Ogólnopolska Konferencja Roślin Strączkowych. Streszczenia. Zakopane 29.05 – 01.06.2012.

Księżak J. 2001. Wzajemne oddziaływanie wydzielin nasion łubinu żółtego i wąskolistnego i ziarniaków zbóż w okresie kiełkowania. Zesz. Nauk. AR Wrocław 426: 183–193.

Księżak J. 2007. Plonowanie mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi na różnych typach gleb. Zesz. Prob. Post Nauk Rol. 522: 255–261.

Księżak J., Kawalec A. 2006. Plonowanie łubinu białego w zależności od intensywności ochrony i udziału w zmianowaniu. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46: 44–46.

Kurasiak–Popowska D., Szukała J. 2007. Effect of tillage systems, microelement foliar fertilization and harvest methods on the germinability and vigor of narrow–leaf lupin seeds. EJPAU 10(4), #27. Dostępny w internecie: http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue4/art-27.html

Lampart–Szczapa E., Łoza A. 2007. Funkcjonalne składniki nasion łubinu – korzyści i potencjalne zagrożenia. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 522: 387–392.

Latowski K., 2002. Problem pospolitych chwastów segetalnych Polski. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 42: 392–399.

Lindström K., Murwira M., Willems A., Altier N. 2010. The biodiversity of beneficial microbe–host mutualism: the case of rhizobia. Res. Microbiol. 161: 453–463.

Lista opisowa odmian. COBORU, Słupia Wielka 2002– 2011.

Lopez–Garcia S.L., Vazquez T.E.E., Favelukes G., Lodeiro A.R. 2001. Improved soybean root association of N–starved *Bradyrhizobium japonicum*. J. Bacteriol. 183: 7241–7252.

Macchiavelli R.E. Brelles–Marino G. 2004. Nod factor–treated *Medicago truncatula* roots and seeds show an increased number of nodules when inoculated with a limiting population of *Sinorhizobium meliloti*. J. Exp. Bot. 55: 2635–2640.

Maj D., Wielbo J., Marek–Kozaczuk M., Martyniuk S., Skorupska A. 2009. Pretreatment of clover seeds with Nod factors improves growth and nodulation of *Trifolium pratense*. Journal of Chemical Ecology, 35: 479–487.

Mancinelli R. L. 1996. The nature of nitrogen: an overview. Life Support Biosph. Sci. 3: 17–24.

Mancinelli R. L., Smernoff D. T., White M. R. 1999. Controlling denitrification in closed artificial ecosystems. Adv. Space Res. 24: 329–334.

Martyniuk M., Oroń J., Woźniakowska A., Martyniuk S. 2000. Oddziaływanie zapraw chemicznych na przeżywalność bakterii brodawkowych na nasionach bobiku oraz na proces symbiozy. Pam. Puł. 121: 41–47.

Martyniuk S. 2012. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. Polish Journal of Agronomy 9: 17–22.

Martyniuk S., Książniak A., Jończyk K., Kuś J. 2007. Charakterystyka mikrobiologiczna gleby pod pszenicą ozimą uprawianą w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Journal of Research and Application in Agricultural Engineering 52(3): 113–116.

Martyniuk S., Oroń J., Martyniuk M. 2005. Diversity and numbers of root–nodule bacteria (Rhizobia) in Polish soils. Acta Soc. Bot. Polon. 74: 83–86.

Martyniuk S., Oroń J., Martyniuk M., Woźniakowska A. 2002. Effects of interactions between chemical seed dressings and *Bradyrhizobium japonicum* on soybean seeds. Arch.Acker– Pfl . Boden. 48: 305–310.

Martyniuk S., Woźniakowska A., Martyniuk M. 1999. Effect of agricultural practices on populations of *Rhizobium* in some fi eld experiments. Botanica Lithuanica, Suppl. 3: 99–102.

Martyniuk S., Woźniakowska A., Martyniuk M. 1999. Interakcje pomiędzy zaprawami chemicznymi i szczepionką Rhizobium na nasionach grochu. Post. Ochr. Rośl. 39: 120–125.

Martyniuk, S. 2002. Systemy biologicznego wiązania azotu. Nawozy i Nawożenie 1: 264–277.

Matyjaszczyk E. 2012. Dostępność środków ochrony roślin zawierających substancje pochodzenia naturalnego i biologicznych metod ochrony roślin w Polsce w przededniu wprowadzenia obowiązku stosowania integrowanej ochrony roślin. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 4: 38–43.

Meier U. (Eds.). 2001. Growth stages of mono– and dicotyledonous plants: BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.

Melander B., Rassmusen I.A., Barberi P. 2005. Integrating physical and cultural methods of weed control –examples from European Research. Weed Science 53: 369–381

Mengens, R.M. 1987. Weed seed population dynamic during six yars of weed management systems in crop rotations on irrigated soil. Weed Science, 35: 328–332.

Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion ISTA. Polska wersja wydania 2012r.

Mystek A., Szukała J. 2007. Wpływ desykantów na wartość siewną nasion łubinu. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47: 216–219.

Nalborczyk E. 1997. Postęp biologiczny a rozwój rolnictwa w końcu XX w. i początkach XXI stulecia. Agricola 33, supl.: 1–5.

Nijaki J. 1994. Termoneutralność u łubinu żółtego. Hod. Rośl. Nasien., 2: 4–9.

Oleksiak T., Arseniuk E. 2002. Postęp w hodowli roślin uprawnych. Pam. Puł. 130: 509–521.

Orzechowski J., Siwiło R., Wrona T. 1987. Uszkodzenia mechaniczne a żywotność nasion bobiku i łubinu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 316: 145–157.

Patriarca E. J., Tate R., Iaccarino M. 2002. Key role of bacterial NH4+ metabolism in *Rhizobium* – plant symbiosis. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 66: 203–222.

Perret X., Staehelin C., Broughton W. J. 2000. Molecular basis of symbiotic promiscuity. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 64: 180–201.

Podleśny J., Podleśna A. 2010. Wpływ temperatury w początkowym okresie wzrostu na plonowanie termo- i nietermoneutralnych odmian łubinu wąskolistnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 550: 97–104.

Podleśny J. 2007. Dynamika gromadzenia suchej masy i plonowanie termoneutralnych i nietermoneutralnych odmian łubinu żółtego w zależności od terminu siewu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 522: 297–306.

Podleśny J. 1997. Wpływ zaprawiania nasion nitraginą i molibdenem oraz nawożenia azotem na plonowanie łubinu biłaego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 287–290.

Podleśny J., Brzóska F. 2006a. Uprawa łubinu białego na nasiona. Instrukcja Upowszechnieniowa. IUNG, Puławy, 124, 36 ss.

Podleśny J., Brzóska F. 2006b. Uprawa łubinu wąskolistnego na nasiona. Instrukcja Upowszechnieniowa. IUNG, Puławy, 124, 36 ss.

Podleśny J., Brzóska F. 2006c. Uprawa łubinu żółtego na nasiona. Instrukcja Upowszechnieniowa. IUNG, Puławy, 124, 36 ss.

Pospieszny H. 1984. Przenoszenie wirusa żółtej mozaiki fasoli z nasionami łubinu żółtego i bobiku. Materiały XXIV Sesji IOR: 291–295.

Pospieszny H. 1985. Występowanie wirusów w materiale siewnym łubinu żółtego, wyprodukowanym w 1983 roku w Polsce zachodniej. Prace Naukowe IOR 27: 91–96.

Pospieszny H., Wiatr K. 1988. Przenoszenie wirusa żółtej mozaiki fasoli (BYMV) z nasionami niektórych odmian łubinu żółtego badanych w COBORU w latach 1985–87. Prace Naukowe IOR 29: 7–10.

Prell J., White J. P., Bourdes A., Bunnewell S., Bougaerts R. J., Polle P. S. 2009. Legumes regulate *Rhizobium* bacteroid development and persistance by the supply of branched–chain amino acids. PNAS 106: 12477–12482.

Prithiviraj B., Zhou X., Souleimanov A., Khan W., Smith D. L. 2003. A host specific bacteria–to–plant signal molecule (Nod Factor) enhances germination and early growth of diverse crop plants. Planta 216: 437–445.

Prusiński J. 2007a. Postęp biologiczny w łubinie (*Lupinus* sp.) – rys historyczny i stan aktualny. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 522: 23–37.

Prusiński J. 2007b. Znaczenie odmian roślin strączkowych rejestrowanych przez COBORU w okresie gospodarki rynkowej. Acta Sci. Pol., Agricultura 6 (2): 3–16.

Prusiński J., Borowska M. 2002. Wpływ wybranych regulatorów wzrostu i Ekolistu na skład chemiczny, żywotność i wigor nasion łubinu zółtego (*Lupinus luteus* L.). Acta Scien. Pol., Agricul., 1(1): 81–97.

Prusiński J. 2001. Polowa zdolność wschodów roślin strączkowych. Cz. III. Właściwości biologiczne nasion. Fragm. Agron. 71: 139–160.

Prusiński J. 1997a. Rola kompleksu glebowego, terminu siewu, rozstawy rzędów i obsady roślin w kształtowaniu plenności łubinu żółtego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 253–259.

Prusiński J. 1997b. Wpływ niektórych zabiegów na wysokość i jakość plonu nasion łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1997, 446 : 277–280.

Prusiński J. 1995. Biologiczne i agrotechniczne uwarunkowania rozwoju i plonowania zróżnicowanych genotypów łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). Zesz. Nauk. AT–R Bydg. Rozpr. Nauk. 65.

Rasmussen I.A., 1993. Seed production of of a mixture of two *Polygonum* species at normal to very low herbicide dose. p: 281–286. W: Proceedings of an international conference Brighton Crop Protection Conference – Weeds. British Crop Protection Council, Brighton, England 22-25 November 1993: 942 pp.

Rees D.C. 1997. Complex structures of nitrogenase. p. 11–16. W: Biological nitrogen fixation for the 21st century (C. Elmerich, A. Kondorosi, W.E. Newton., Eds.). Kluwer Acad. Pub.

Rejestr środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu zezwoleniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. 2012 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi [dostęp: 17.09.2012]. Dostępny w Internecie: http://www.bip.minrol.gov.pl/DesktopDefault.aspx?TabOrgId=647&LangId=0

Roczniki Statystyczne GUS, 1989–2011.

Rola H. 2002. Ekologiczne i produkcyjne aspekty ochrony roślin przed chwastami. Pam. Puł. 130/II: 635–647.

RÖMER, P. 2007. Lupinen – Verwertung und Anbau. Rastatt, Gesellschaftzur Förderung der Lupine: 37 pp.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 dotyczące wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin i uchylające Dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. U. UE 24.11.2009 L 309/1).

Sanyal D., Bhowmik P.C., Anderson R.L., Shresta A. 2008. Revisiting the perspective and progress of integrated weed management. Weed Science 56: 161–167.

Schmidt J., Röhrig H., John M., Wieneke U., Stacey G., Koncz C., Schell J. 1993. Alteration of plant growth and development by *Rhizobium nodA* and *nodB* genes involved in the synthesis of oligosaccharide signal molecules. Plant J. 4: 651–658.

Siwiło R., Wrona T. 1994. Badania wpływu uszkodzeń mechanicznych na jakość nasion bobiku i łubinu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 446: 157–164.

Skorupska A., Wielbo J., Kidaj D., Marek–Kozaczuk M. 2010. Enhancing *Rhizobium*–legume symbiosis using signaling factors. p 27–54. In: Microbes for legume improvement (Khan M. S. *et al.* eds). Sringer Wien NewYork.

Spaink H. P. 2000. Root nodulation and infection factors produced by rhizobial bacteria. Annu. Rev. Microbiol. 54: 257–288.

Streeter J. G. 1994. Failure of inoculant rhizobia to overcome the dominance of indigenous strains for nodule formation. Can. J. Microbiol. 40: 513–522.

Strzelec A. 1985. Stosowanie szczepionek w uprawie roślin motylkowatych. Publikacja IUNG Puławy.

Syntezy wyników doświadczeń rejestracyjnych. 2011. Rośliny strączkowe. COBORU Słupia Wielka, 99.

Szukała J., Mystek A., Kurasiak–Popowska D. 2003. Produkcyjne i ekonomiczne skutki stosowania uproszczeń w uprawie łubinu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 495: 219–230.

Szukała J. 2000. Strączkowe. s. 36–41. W: Nasiennictwo (K.W. Duczmal, H. Tucholska, red) . Tom 2. Wyd. PWRiL w Poznaniu, 416 ss.

Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S. 1997. Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plonowanie bobiku, grochu siewnego i łubinu białego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 247–252.

Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S. 1997. Porównanie plonowania trzech gatunków łubinu na różnych kompleksach glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 261–266.

Szwejkowska A., Szwejkowski J. (red.). 2003. Słownik Botaniczny. Wydanie. II, Państwowe Wydawnictwo „Wiedza Powszechna, Warszawa, 1136 ss.

Thomas G., Jones R., V. Vanstone. Diseaes of lupin, [dostęp: 22 listopad 2012]. Dostępny w Internecie: http://www.agric.wa.gov.au/OBJTWR/imported_assets/content/fcp/lp/lup/lupins/Lupinbulletinch9.pdf

Tomalak M. 2010. Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 50: 1053-1063.

Unkovich M.J, Pate J.S. 2000. An appraisal of recent field measurements of symbiotic N_2 fixation by annual legumes. Field Crop Res., 65: 211–228.

Van Veen J.A. 2000. Nitrogen:recent developments in related microbial processes. p.71–80. W: biological resource management (E. Balazs, Eds.). INRA Editions.

Vance C.P. 1998. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects. p. 509–530. In: The *Rhizobiaceae* (H.P. Spaink, A. Kondorosi, P.J.J. Hooykaas, Eds.). Kluwer Acad. Pub.

Wachowiak M., Kierzek R. 2010. Przydatność rozpylaczy eżektorowych w ochronie upraw polowych. s. 117–124. W. „Racjonalna Technika Ochrony Roślin"– materiały z IX Konferencji, Poznań 12–13. X. 2010, 167 ss.

Waterer J.G., Vessey J.K. 1993. Effect of low static nitrogen concentrations on mineral nitrogen uptake, nodulation, and nitrogen fixation in field pea. J. Plant Nutr. 16: 1775–1789.

Weber Z., Derengowska–Baczyżmalska G. 1982. Podatność łubinu żółtego na wirus żółtej mozaiki fasoli (BYMV). Hodowla Roślin 5: 24–27.

Wesołowski M., Woźniak A. 2000. Plonowanie łubinu żółtego uprawianego w zmianowaniu i monokulturze. Annales UMCS, Sect. E, 55: 1–8.

Wielbo J., Marek–Kozaczuk M., Mazur A., Kubik–Komar A., Skorupska A. 2010. Genetic and Metabolic Divergence within a *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* Population Recovered from Clover Nodules. Applied and Environmental Microbiology 76: 4593–4600.

Wilczek M. 1997. Plony nasion łubinu żółtego w zalezności od nawozenia makro– i mikroelementami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 267–270.

Wykaz środków ochrony roślin zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. 2012 Instytut Ochrony Roślin PIB [dostęp: 17.09.2012]. Dostępny w Internecie: http://www.ior.poznan.pl/19,wykaz–sor–w–rolnictwie–ekologicznym.html?wiecej=26

Zalecenia Ochrony Roślin na lata 1998/1999. Cz. II – Rośliny Rolnicze. Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań, s. 122-123.

Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2012/2013. Cz. I. Rośliny Rolnicze. 2012. Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań, 305 ss.