INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego

dla doradców

Poznań 2012

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego

dla doradców

Opracowanie zbiorowe pod redakcją:
Dr hab. Jacka Piszczka, prof. nadzw.
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. Franciszek Borowczak[7]

Autorzy opracowania:
Dr hab. Jacek Piszczek, prof. nadzw.[1]
Dr hab. Roman Kierzek[2]
Dr inż. Mirosław Nowakowski[3]
Dr inż. Dariusz Górski[1]
Dr inż. Wojciech Miziniak[1]
Mgr inż. Agnieszka Ulatowska[1]
Dr hab. Ewa Moliszewska[4]
Dr Jerzy Siódmiak[5]
Mgr inż. Piotr Ledóchowski[6]

Zdjęcia:
Dr hab. Jacek Piszczek, prof. nadzw.[1]
Mgr inż. Agnieszka Ulatowska[1]
Mgr inż. Piotr Ledóchowski[6]
Dr inż. Mirosław Nowakowski[3]

[1] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu
[2] Instytut Ochrony Roślin – PIB, Poznań
[3] Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Bydgoszczy
[4] Uniwersytet Opolski
[5] Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej
[6] Krajowa Spółka Cukrowa S.A. w Toruniu
[7] Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ISBN 978-83-89867-84-1

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. STANOWISKO W ZMIANOWANIU, DOBÓR GLEBY, UPRAWA ROLI I SIEW 7

2.1. Stanowisko w zmianowaniu 7
2.2. Dobór gleby 12
2.3. Uprawa roli 12
2.3.1. Tradycyjna uprawa roli 14
2.3.2. Uprawa z siewem w mulcz 16
2.4. Siew 22

III. ZRÓWNOWAŻONY SYSTEM NAWOŻENIA BURAKA 26

3.1. Potrzeby pokarmowe 26
3.2. Znaczenie badań stanu agrochemicznego gleby 27
3.3. Metodyka pobierania próbek gleby do badań agrochemicznych 27
3.4. Znaczenie odczynu gleby 27
3.5. Nawożenie organiczne 30
3.6. Potrzeby nawozowe 32
3.7. Terminy nawożenia 32
3.8. Skutki niezrównoważonego nawożenia 33
3.9. Nawożenie na obszarach szczególnie narażonych (OSN) 37

IV. DOBÓR ODMIAN 40

V. INTEGROWANA METODA OGRANICZENIA ZACHWASZCZENIA 42

5.1. Specyfika ochrony buraka cukrowego przed zachwaszczeniem 42
5.2. Progi szkodliwości 42
5.3. Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia 43
5.4. Chemiczne metody ochrony 46
5.5. Przegląd substancji czynnych stosowanych w buraku cukrowym 48
5.6. Charakterystyka herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego 50
5.6.1. Herbicydy nieselektywne 50
5.6.2. Herbicydy selektywne 51
5.6.3. Graminicydy 52
5.6.4. Wrażliwość chwastów na herbicydy 53
5.7. Dobór substancji czynnych 57
5.8. Zwalczanie chwastów jednoliściennych 57
5.9. Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami 57
5.10. Zwalczanie chwastów za pomocą mikrodawek 58
5.11. Integracja metod zwalczania 58

5.12. Zachwaszczenie wtórne 58
5.13. Metody ograniczenia zjawiska odporności chwastów na herbicydy 59

VI. BURAKOCHWASTY 60

VII. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB BURAKA 62

7.1. Wprowadzenie 62
7.2. Metody ograniczania porażenia roślin przez grzyby 75
7.3. Progi ekonomicznej szkodliwości 78
7.4. Zjawisko uodparniania się grzybów na stosowane substancje czynne 80

VIII. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SZKODNIKÓW 81

8.1. Najważniejsze gatunki szkodników w buraku cukrowym i pastewnym oraz metody ochrony 81
8.2. Charakterystyka uszkodzeń powodowanych przez szkodniki oraz warunki sprzyjające ich rozwojowi 84
8.3. Metody określania liczebności szkodników 92
8.4. Progi ekonomicznej szkodliwości 93
8.5. Zasady stosowania środków ochrony roślin. 94
8.6. Systemy wspomagania decyzji 95

IX. DOBÓR TECHNIKI APLIKACJI ŚRODKA OCHRONY ROŚLIN 97

9.1. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin 97
9.1.1. Wybór opryskiwacza 97
9.1.2. Kalibracja opryskiwacza 100
9.1.3. Sporządzanie cieczy użytkowej 102
9.2. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin 103
9.2.1. Dobór dawki cieczy użytkowej 103
9.2.2. Rodzaj opryskiwania i typ rozpylacza 104
9.2.3. Wysokość belki polowej 107
9.3. Warunki wykonywania zabiegów 107
9.4. Postępowanie po wykonaniu zabiegu opryskiwania 109

X. ZBIÓR 112

XI. PRZECHOWALNICTWO KORZENI BURAKA 114

11.1. Lokalizacja pryzmy 114
11.2. Termin zbioru 115
11.3. Formowanie pryzmy 115
11.4. Zabezpieczanie pryzm 116

XII. ZASADY PROWADZENIA EWIDENCJI STOSOWANYCH ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN 118

XIII. LITERATURA 119

I. WSTĘP

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 roku Ustanawiająca Ramy Wspólnotowego Działania na Rzecz Zrównoważonego Stosowania Pestycydów zobowiązała Państwa członkowskie do wprowadzenia jej do krajowego ustawodawstwa. W ramach niniejszej dyrektywy Polska została zobowiązana do opracowania krajowego planu działania zmierzającego do zmniejszenia zagrożenia dla środowiska związanego ze stosowaniem pestycydów. Głównym celem jest ochrona ludzkiego zdrowia przez produkcję bezpiecznej żywności przy minimalnym obciążeniu ekosystemu rolniczego. Stąd potrzeba stworzenia systemu integrowanej ochrony roślin uwzględniającego alternatywne metody i techniki dla stosowania pestycydów.

Polska zobowiązana jest do wprowadzenia z dniem 1 stycznia 2014 roku do praktyki rolniczej programów integrowanej ochrony upraw rolniczych. Krajowy Plan Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013–2018 ma określić cele i działania zmierzające do zmniejszenia ryzyka związanego ze stosowaniem pestycydów oraz zależności produkcji rolnej od ich stosowania.

Zasady integrowanej ochrony roślin zostały określone w Krajowym Planie Działania na podstawie załącznika III do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE i sformułowane są następująco:

1. nad chemiczne metody zwalczania organizmów szkodliwych przedkładać należy metody biologiczne, fizyczne i inne metody niechemiczne, jeżeli zapewnią one ochronę przed organizmami szkodliwymi,
2. zapobieganie występowania organizmów szkodliwych powinno być osiągane między innymi przez:
   – stosowanie płodozmianu,
   – stosowanie właściwej agrotechniki,
   – stosowanie odmian odpornych lub tolerancyjnych,
   – stosowanie zrównoważonego nawożenia, wapnowania i nawadniania,
   – stosowanie środków zapobiegających introdukcji organizmów szkodliwych,
   – ochronę i stwarzanie warunków sprzyjających występowaniu organizmów pożytecznych.

Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem progów szkodliwości oraz na podstawie rozpoznawania objawów oraz faz rozwojowych rośliny uprawnej. Stąd wyjątkowego znaczenia nabiera prawidłowa diagnostyka chwastów, szkodników i chorób roślin, na bazie której powinny być podejmowane wszelkie zabiegi ochronne przy użyciu pestycydów.

Wdrażanie przez producentów rolnych integrowanej ochrony roślin pozwoli im na wprowadzenie systemów oceny jakości żywności bazujących na tych za-

sadach. Działanie zgodne z tymi systemami jest elementem systemu wzajemnej zgodności („cross compliance"), który umożliwi producentom rolnym rozszerzoną sprzedaż i uzyskanie korzyści marketingowych.

Burak cukrowy i pastewny to dwa typy użytkowe tego samego gatunku – Beta vulgaris. Z tego względu postępowanie w przypadku integrowanej ochrony upraw buraka pastewnego i cukrowego jest identyczne.

II. STANOWISKO W ZMIANOWANIU, DOBÓR GLEBY, UPRAWA ROLI I SIEW

Dr inż. Mirosław Nowakowski

Burak cukrowy jest rośliną rolniczą o wyjątkowo dużych wymaganiach glebowych i jej prawidłowego przygotowania zapewniającego dogodne warunki do siewu, wschodów i rozwoju roślin, ich ochrony oraz zbioru. Natomiast burak pastewny odgrywa nadal znaczną rolę jako roślina dostarczająca dużych ilości energetycznej i soczystej paszy dla bydła, trzody chlewnej, koni, owiec i drobiu. Jego wymagania glebowo-klimatyczne oraz technologia produkcji nie różnią się istotnie od tych z jakimi będzie miał do czynienia rolnik uprawiający buraka cukrowego, a niewielkie różnice, jakie występują, zostaną omówione podczas przedstawiania poszczególnych elementów technologii.

2.1. Stanowisko w zmianowaniu

Bardzo istotnym elementem integrowanej uprawy i ochrony buraka cukrowego jest płodozmian. Stwarza on duże możliwości przy niewielkich nakładach dla poprawy plonowania buraka. Dobór i następstwo roślin powinno być tak ustalone, aby w ciągu cyklu płodozmianowego odtworzyć korzystne dla buraka warunki siedliska. Racjonalnym i sprawdzonym w praktyce rozwiązaniem, sprzyjającym uprawie buraka jest płodozmian 4 letni z 25%-owym udziałem buraka. Skracanie rotacji buraków do 3 lat jest ryzykowne i możliwe do stosowania jedynie w przypadku ujęcia w płodozmianie uprawy międzyplonu ścierniskowego o działaniu antymątwikowym i poprawiającym bilans masy organicznej.

Burak cukrowy uprawiany co 2 lata na tym samym polu plonuje coraz gorzej, a spadki plonu są znacznie większe niż u wielu innych roślin uprawnych. Następuje „wyburaczenie" gleby, powodowane głównie przyrostem populacji nicieni pasożytujących na buraku. Niekorzystny wpływ uprawy buraka w monokulturze zaznacza się istotnym zmniejszeniem obsady roślin i jeszcze większym hamowaniem wzrostu korzeni. W efekcie tego plony są często nawet o 50–60% niższe niż w zmianowaniu (Gutmański 1991). Płodozmian z dużym udziałem buraka prowadzi ponadto do szybszego i silniejszego porażenia przez grzyby rozwijające się na liściach (Nowakowski i in. 1996). Przyczyną niskiej obsady buraków w monokulturze, jest najczęściej nasilone występowanie zgorzeli siewek, pojawiającej się w następstwie uszkadzania korzeni młodych roślin przez larwy i cysty mątwika burakowego (ułatwiają wnikanie i infekcję grzybom zgorzelowym) (fot. 1).

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że zmniejszanie udziału buraka cukrowego w płodozmianie, bądź też „wydłużanie" płodozmianu sprzyja istotnie wzrostowi plonów korzeni i cukru oraz zawartości cukru (Nowakowski i in. 1996;

Tyburski 2002). Wprowadzenie drugiej rośliny żywicielskiej dla mątwika (np. rzepaku), nawet do zmianowania o pięcioletnim cyklu prowadzi do wyraźnego spadku plonu. Na polach zasiedlonych mątwikiem celowym jest zatem stosowanie 4 do 6-letnich cykli płodozmianowych i zmniejszenie udziału buraka w płodozmianie. Planując płodozmian trzeba uwzględnić, że do szybkiego rozmnożenia mątwika przyczyniają się rośliny kapustowate (dawniej krzyżowe), m. in. rzepak i rzepik oraz pospolite chwasty: gorczyca polna, rzodkiew świrzepa, tobołki polne i tasznik pospolity. Dobrymi żywicielami mątwika burakowego są ponadto: słonecznik, topinambur, szpinak, rabarbar, a z chwastów wiele gatunków z rodzin: komosowatych, rdestowatych. Szybkie niszczenie porastających pola chwastów i samosiewów rzepaku daje dodatkowe, znaczne efekty sanitarne.

Bardzo ważne dla gospodarstw uprawiających buraki i rzepak ozimy jest umiejętne usytuowanie żywicieli mątwika burakowego w zmianowaniu. Z badań IHAR – PIB w Bydgoszczy wynika, że buraki uprawiane po burakach są prawie zawsze słabiej porażone przez mątwika, niż plantacje zasiane na polu po rzepaku. Rośliny kapustowate można siać nawet bezpośrednio po burakach, natomiast buraki powinny być siane po tych roślinach nie wcześniej, niż po upływie 3 lat. Skutecznym sposobem na rozwiązanie problemu z mątwikiem jest stosowanie w gospodarstwie dwóch osobnych płodozmianów, jednego z burakiem i drugiego z rzepakiem.

Jako rośliny „wrogie" dla mątwika burakowego wymieniane są najczęściej: żyto, cykoria korzeniowa, len, kukurydza i motylkowate. Umieszczenie ich w płodozmianie z burakiem przyspiesza istotnie oczyszczanie pól z nicieni.

Na wartość stanowiska dla buraka w zmianowaniu, poza omówionym wcześniej czynnikiem sanitarnym, mają wpływ także inne czynniki oraz właściwości gleby ukształtowane przez rośliny stosowane w zmianowaniu, a szczególnie te stanowiące przedplon. Zalicza się do nich między innymi stan kultury roli, zachwaszczenie, termin zbioru przedplonu, rodzaj resztek pożniwnych i pozostałości pestycydów. Buraki uprawia się najczęściej w rejonach o dużym nasileniu w strukturze zasiewów pszenicy, kukurydzy, jęczmienia i rzepaku, a niekiedy roślin motylkowatych i ziemniaka. Wymagają one stanowiska w zmianowaniu o najwyższych walorach przedplonowych, kształtowanych w ciągu całego cyklu płodozmianowego. Najczęściej przedplonem buraka jest pszenica. Po jej zbiorze pozostaje dobre stanowisko, na którym można terminowo wykonać uprawę roli, zastosować międzyplon i uzupełniające zasobność gleby nawożenie.

Bardzo kontrowersyjnym przedplonem dla buraka stała się kukurydza. Ogranicza ona rozwój populacji mątwika w glebie, ale pozostawia stanowisko wyczerpane ze składników i ze zdrewniałymi pozostałościami łodyg. Jako roślina żywicielka dla pasożytniczego grzyba Rhizoctonia solani, stymuluje ona silnie rozwój brunatnej zgnilizny korzeni buraka. Coraz częstsze pojawianie się kukurydzy w płodozmianach z burakiem wpłynęło istotnie na rozprzestrzenianie się i nasile-

nie występowania tej choroby. Inne gatunki roślin, które także sprzyjają rozwojowi rizoktoniozy to: rzepak, rzepik, ziemniak, kapusta i trawy.

Rośliny strączkowe – groch i wyka oraz mieszanki motylkowatych ze zbożami pozostawiają rolę w najlepszym stanie: strukturalną, wilgotną, z najmniejszym zachwaszczaniem i dobrą zasobnością w azot. Mniej korzystnym przedplonem jest bobik, później zbierany i przyczyniający się do większego zachwaszczenia. Uprawa koniczyny i lucerny dobrze regeneruje glebę w zmianowaniu, ale sprzyja zarazem zachwaszczeniu, a także nasilonemu występowaniu szkodników glebowych oraz zagęszczeniu i przesuszeniu wierzchniej warstwy roli. Rośliny te mogą być dosyć dobrymi przedplonami przy dwuletnim ich użytkowaniu w warunkach małego zachwaszczenia.

Dobrymi przedplonami dla buraka są warzywa, po zbiorze których rola jest w dobrej kulturze, odchwaszczona i zasobna w makroskładniki.

Ocenę stanowiska dla buraka cukrowego po różnych przedplonach, uwzględniającą strukturę gleby, zasobność w składniki pokarmowe, stan jej zachwaszczania i stan fitosanitarny, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Ocena stanowiska dla buraka cukrowego po różnych przedplonach (Gutmański 1991; uzupełnione przez Nowakowskiego)

Przedplon	Struktura gleby	Zasobność w składniki pokarmowe	Rozwój			Ogólna ocena stanowiska
			chwastów	mątwika	rizokto-niozy	
1	2	3	4	5	6	7
Zboża						
Żyto	–	–	–	+		+
Pszenica ozima	+	+	–	–		+
Pszenica jara	+	+	+	–		+
Jęczmień	+	+	–	–		+
Kukurydza	–	–	+ (1)**	+	– –	–
Owies	+	+	–	–		+
Motylkowate						
Groch siewny	++	++	–	–		++
Peluszka	++	++	–	–		++
Wyka	++	++	–	–		++
Bobik	+	++	–	–		++
Lucerna	+	+	+	+		–
Koniczyna	+	+	+	–		+
Łubin popl.	+	+	–	–		+
Seradela popl.	+	+	–	–		+
Nostrzyk popl.	+	+	–	–		+
Oleiste						
Rzepak	++	++	– –	– –	– –	++ (2)***
Rzepik	+	+	– –	– –	– –	++ (2)
Słonecznik popl.	+	+	+	–		+
Rzodkiew o. popl. A*	++	++	+	+	+	++
Gorczyca popl. A	++	++	+	+	+	++
Mak	+	+	–	–		++

1	2	3	4	5	6	7
Okopowe						
Buraki cukrowe	++	+	–	– –		+ (2)
Buraki pastewne	+	+	–	– –	– –	+ (2)
Ziemniaki	+	+	+	–	– –	+
Cykoria korzen.	+	+	+ (1)	++	– –	++
Marchew past.	+	+	–	–		+
Cebula	++	++	–	+		++
Inne						
Len na ziarno	+	+	–	+		+
Len na włókno	+	–	–	+		+
Konopie	+	–	+ (1)	+		+
Kapusta past.	+	+	–	–	–	+
Facelia popl.	++	++	–	+		++
Trawy	–	–	–	–	–	–

Dla buraka: ++ stan korzystny, + stan dobry, – stan niekorzystny; – – stan bardzo niekorzystny.
* – A – odmiana antymątwikowa. popl. – poplon (międzyplon)
** – 1 – pozostałości/resztki utrudniające uprawę buraka;
*** – 2 – stanowisko nieodpowiednie ze względu na silne zamątwiczenia,

Pole pod uprawę buraków najlepiej jest przygotowywać już 2–3 lata wcześniej, dobierając gatunki pozostawiające najkorzystniejsze stanowiska dla roślin korzeniowych. Zaplanować należy wówczas zabiegi uprawowe i nawozowe, systemy zwalczania chwastów, chorób i szkodników umożliwiające uzyskanie jak najlepszego stanu roli.

Bardzo ważne jest dla powodzenia uprawy buraka, aby po wcześniej zbieranych przedplonach – plonach głównych, wysiewać antymątwikowe międzyplony z roślin szybko wschodzących, dobrze zacieniających i poprawiających strukturę roli, bilans masy organicznej i składników mineralnych. Najbardziej nadają się do realizacji tego celu antymątwikowe odmiany gorczycy białej lub rzodkwi oleistej, bądź też facelia błękitna (fot. 2). Pozostawienie międzyplonu na polu aż do wiosny w postaci mulczu ogranicza erozję wodną i wietrzną oraz rozwój mikroorganizmów patogenicznych w glebie, między innymi Rhizoctonia solani (Buhre 2008). Taki międzyplon skutecznie zmniejsza liczebność populacji mątwika burakowego, poprawia bilans masy organicznej i makroskładników w glebie (Malicki i Michałowski 1994; Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006; Daub i Westphal 2011) oraz umożliwia rolnikowi uzyskanie dopłaty po podjęciu pakietu „ochrona gleb i wód" w ramach programu rolnośrodowiskowego. Międzyplon ściernisko-wy stał się obecnie bardzo ważnym elementem nowoczesnych, niskonakładowych technologii uprawy i trudnym do zastąpienia przedplonem buraka cukrowego (Lütke-Entrup 2001; Dzienia i in. 2006).

Wzrastająca koncentracja uprawy buraka w pobliżu cukrowni oraz niekorzystne uproszczenia w zmianowaniu (3-lenia rotacja), obok konkretnych, doraźnych korzyści finansowych stwarzają także z roku na rok coraz większe zagrożenie fitosanitarne dla plonu (Nowakowski 2012).

Fot. 1. Siewki zaatakowane przez samice (cysty) mątwika burakowego *Heterodera schachtii*

Fot. 2. Facelia błękitna skutecznie usprawnia strukturę gleby i działa antymątwikowo

2.2. Dobór gleby

Burak cukrowy powinien być uprawiany na najlepszych glebach, charakteryzujących się korzystnymi właściwościami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi i fitosanitarnymi oraz głęboką warstwą uprawną, bogatą w substancje organiczną i próchnicę. Gleba musi odznaczać się dużą produktywnością, żyznością, dobrą strukturą, czynną biologicznie warstwą próchniczną, a także dużą zasobnością w dostępne składniki pokarmowe.

Duże wymagania glebowe buraka wynikają z małej masy nasion i niewielkiej ich liczby wysiewanych na ha, dużej wrażliwości siewek na czynniki środowiskowe, znacznego zapotrzebowania na wodę i składniki do wytworzenia bardzo dużej biomasy, przy małej końcowej liczbie roślin oraz tworzeniu głównego plonu – korzeni w uprawnej warstwie gleby (Gutmański 1991).

Największe efekty produkcyjne uzyskać można uprawiając buraki na glebach wytworzonych z gliny, czyli zaliczanych do kategorii agronomicznej gleb średnich (gleby klas: I, II, III). Korzystne środowisko do uprawy stwarzają niekiedy gleby lekkie (klasa IVa), gdy w podglebiu jest glina, a gleby ciężkie – gdy zawierają dużo próchnicy. Preferowane powinny być gleby, które mają odczyn lekko kwaśny do obojętnego, zdolność dobrego utrzymywania zapasów wody, szybkiego nagrzewania się w okresie wiosennym oraz z brakiem skłonności do zaskorupiania się. Dla powodzenia uprawy buraka cukrowego duże znaczenie mają naturalne właściwości roli umożliwiające wykonanie wczesnego siewu, w następstwie czego lepiej wykorzystuje się zapasy wody w glebie.

Buraki pastewne mogą być uprawiane na słabszych stanowiskach z glebami w klasie IV i V, ale z głęboką warstwą próchniczną i uregulowanym odczynem.

2.3. Uprawa roli

Zmniejszająca się opłacalność produkcji buraka cukrowego oraz wzrastające wymagania w zakresie ochrony środowiska, a zwłaszcza gleby i wody, motywują rolników do wdrażania w praktyce rolniczej niskonakładowych i chroniących glebę systemów uprawowych, bezpiecznych dla środowiska naturalnego i zapewniających jednocześnie wyższą dochodowość produkcji roślinnej (Buchner i Köller 1990). Niezbędne jest zatem odejście od schematycznych, tradycyjnych koncepcji gospodarowania i ukierunkowanie się w zakresie uprawy roli na integrowane systemy uprawy i ochrony umożliwiające utrzymanie żyzności i dobrego stanu sanitarnego oraz równowagi w procesach biologicznych w glebie (Merkes 1991; Daub i Westphal 2011).

Stosowane w Polsce systemy uprawy buraka cukrowego przedstawiono syntetycznie w tabeli 2. System tradycyjny z zespołami uprawek pożniwnych, jesiennej i przedsiewnej jest najbardziej rozpowszechniony. Coraz większe uzna-

nie u rolników znajdują także technologie uprawy konserwującej, które bazują na uproszczonej uprawie roli oraz użyciu mulczu lub słomy (ok. 20% powierzchni uprawy buraka). Uprawa z siewem buraka w mulcz międzyplonu ścierniskowego oraz z siewem w ściernisko może być realizowana z wiosenną uprawą roli lub też bez niej. We wszystkich technologiach uprawy konserwującej zrezygnowano z głębokiej orki przedzimowej, a przy siewie bezpośrednim (uprawa „zerowa") także z pozostałych zabiegów uprawowych. Ostatni z wymienionych systemów uprawy nie jest zalecany z uwagi na dużą zawodność plonowania. Dosyć rzadko stosowany jest siew buraka w mulcz z międzyplonu ozimego. W technologii tej konieczne jest użycie herbicydu w celu zakończenia wegetacji ozimej rośliny międzyplonowej.

W produkcji buraka cukrowego może także znaleźć zastosowanie uprawa pasowa roli. Polega ona na pasowym spulchnieniu gleby wzdłuż rzędów, w których będą umieszczone nasiona. Pasowa uprawa roli i siew buraka (niekiedy w mulcz, bądź też w połączeniu z nawożeniem rzędowym) wykonywane są w trakcie jednego przejazdu zestawem składającym się z maszyny spulchniającej rolę, siewnika i aplikatora nawozowego (Przybył 2010).

Tabela 2. Systemy uprawy buraka cukrowego (Nowakowski 2010)

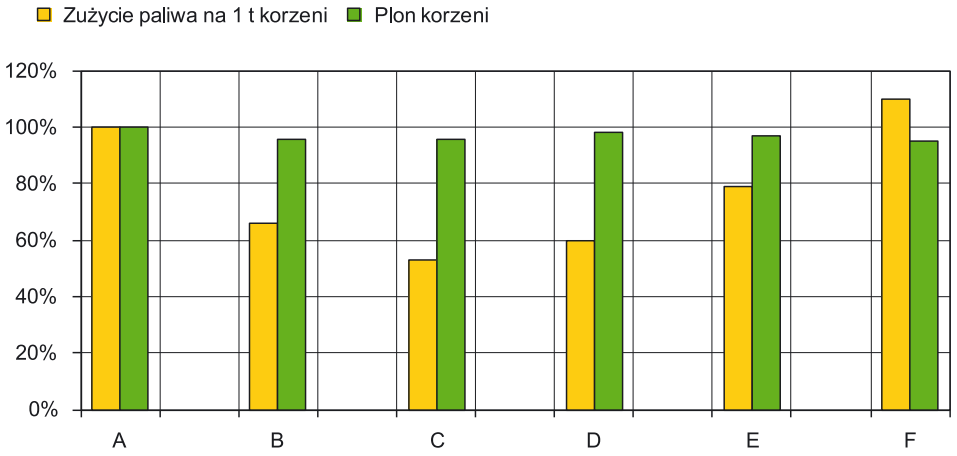
Nr	System uprawy	Uprawa pożniwna	Uprawa przedzimowa	Uprawa wiosenna	Siewnik
1.	Tradycyjny	Pług podorywkowy lub agregat pożniwny	Pług zagonowy lub obracalny	Agregat do uprawy przedsiewnej	Tradycyjny
2.	Konserwujący				
2.1	Siew w mulcz międzyplonu ścierniskowego	Agregat pożniwny 6–8 cm + wysiew międzyplonu	Bez	Agregat do uprawy przedsiewnej	Tradycyjny
2.2	Siew w mulcz międzyplonu ścierniskowego	Agregat pożniwny 6–8 cm + wysiew międzyplonu	Bez	Bez	Siewnik z krojami do mulczu
2.3	Siew w ściernisko i pociętą słomę zbóż	Agregat pożniwny 8–12 cm	Bez	Agregat do uprawy przedsiewnej	Tradycyjny
2.4	Siew w ściernisko i pociętą słomę zbóż	Agregat pożniwny 8–12 cm	Bez	Bez	Siewnik z krojami do mulczu
3.	Siew bezpośredni (uprawa „zerowa")	Bez	Bez	Bez	Siewnik z krojami

2.3.1. Tradycyjna uprawa roli

Pożniwna i jesienna uprawa roli ma na celu:
- spulchnienie zagęszczonej gleby oraz zwiększenie jej możliwości magazynowania wody,
- przykrycie i wymieszanie resztek pożniwnych, nawozów organicznych, mineralnych i wapna,
- zniszczenie chwastów oraz przeciwdziałanie chorobom i szkodnikom,
- ochronę roli przed erozją i neutralizację resztek pestycydów,
- zapewnienie optymalnych warunków dla przedsiewnej uprawy roli.

Uprawa pożniwna może być przeprowadzona przy pomocy pługa podorywkowego i bron. Z uwagi na oszczędności paliwa rzędu 50–60% (rys. 1), uzasadnione jest zastosowanie zestawu narzędzi składającego się z kultywatora z 2–3 rzędami szerokich, sztywnych łap z bocznymi lemieszami oraz sekcji brony talerzowej i wałów strunowych (tzw. gruber). Taki zestaw przygotowuje wystarczająco dobrze glebę, także pod zaplanowany siew międzyplonu.

Międzyplon może być wysiany tuż po uprawie pożniwnej, bądź też w trakcie jej wykonywania. Głębokość zabiegów pożniwnych powinna wynosić w pierwszym przejeździe 3–4 cm (niszczenie chwastów i samosiewów), a w drugim 6–8 cm (wymieszanie resztek pożniwnych i ewentualnie słomy). Nieco głębszą pod-



A – podorywka (8 cm), orka średnia (16 cm), orka głęboka (26 cm)
B – podorywka (12 cm), orka głęboka (26 cm)
C – kultywatorowanie (8 cm), orka głęboka (26 cm)
D – kultywatorowanie (8 cm i 16 cm), orka głęboka (26 cm)
E – kultywatorowanie (8 cm i 30 cm), orka głęboka (18 cm)

Rys. 1. Wpływ rodzaju pożniwnej i jesiennej uprawy roli na wielkość plonu korzeni buraka cukrowego oraz zużycie paliwa na 1 tonę korzeni – w wartościach względnych (Gutmański 2002/2003)

orywkę na 10–12 cm zaleca się przy wysokiej ścierni, znacznych ilościach rozdrobnionej słomy, zwalczaniu perzu, przyorywaniu wapna nawozowego oraz na glebach cięższych. Podorywkę można także wykonać kompaktową broną talerzową, czyli rotogruberem. Do uprawy ścierniska w technologii siewu w mulcz stosuje się kultywatory wielobelkowe, z łapami zamontowanymi w 4–8 rzędach, dzięki czemu uzyskuje się bardzo dobre wymieszanie organicznych resztek przedplonu z glebą (Przybył 2010).

Orka średnia – rzadko znajduje zastosowanie w praktyce rolniczej. Badania wykazały, że ma ona najczęściej nieistotny wpływ na plonowanie, a rezygnacja z niej umożliwia znaczne oszczędności w zużyciu paliwa (rys. 1). Zaniechanie tego zabiegu wynika bardzo często ze spiętrzenia prac polowych i braku czasu na jego wykonanie.

Głęboszowanie wpływa bardzo korzystnie na plonowanie buraka, gdy wykonujemy je pod przedplon, ewentualnie zaraz po jego zbiorze. Spulchnia ono warstwę podorną i orną gleby oraz poprawia stosunki powietrzno-wodne. Pozytywne działanie zabiegu uwidacznia się w całym płodozmianie. Głębosz powinien spulchnić kilkucentymetrową, zagęszczoną warstwę gleby, znajdująca się pod warstwą orną. Głęboszowanie jest bardzo kosztownym zabiegiem i konieczne jest tylko wtedy, gdy stwierdzi się nadmierne zagęszczenie warstwy podornej, czyli wystąpienie tzw. podeszwy płużnej, w następstwie stosowania ciężkich maszyn i uproszczeń w uprawie. Problem ten objawia się występowaniem zastoisk wody na polu po większych deszczach, przy zbiorze buraków natomiast stwierdza się duży udział korzeni rozwidlonych.

Orkę przedzimową powinno się wykonywać na głębokość warstwy próchnicznej gleby (25–35 cm), z zachowaniem równomiernego wyskibienia. Na glebach ciężkich i zlewnych oraz na ternach pagórkowatych orkę głęboką należy pozostawić w ostrzejszej, jednolicie złożonej skibie. Różnice pomiędzy grzbietami skib i zagłębieniami nie powinny przekraczać 4–6 cm, co chroni przed erozją i zapobiega nadmiernemu zagęszczeniu warstwy ornej. Z kolei na glebach średnich, jeżeli nie można uzyskać w następstwie orki łagodnego wyskibienia, wówczas niezbędne jest zaczepianie za pługiem brony kolczatki, która niweluje ostre wierzchołki skib, tworząc dobre warunki dla skrócenia wiosennej uprawy i równomiernych wschodów buraka. Po zabiegu głęboszowania można zmniejszyć głębokość orki do 18–20 cm. Preferowane powinno być stosowanie pługów obracalnych lub wahadłowych, które wykonują orkę bezzagonową i pozwalają na istotne zwiększenie wydajności, poprzez większą szybkość pracy i pominięcie bezproduktywnych przejazdów (fot. 3). W przypadku gleb średnich orkę można opóźnić do połowy listopada, a na cięższych glebach wykonać ją trzeba w takim terminie żeby przykryć obornik i nawozy mineralne.

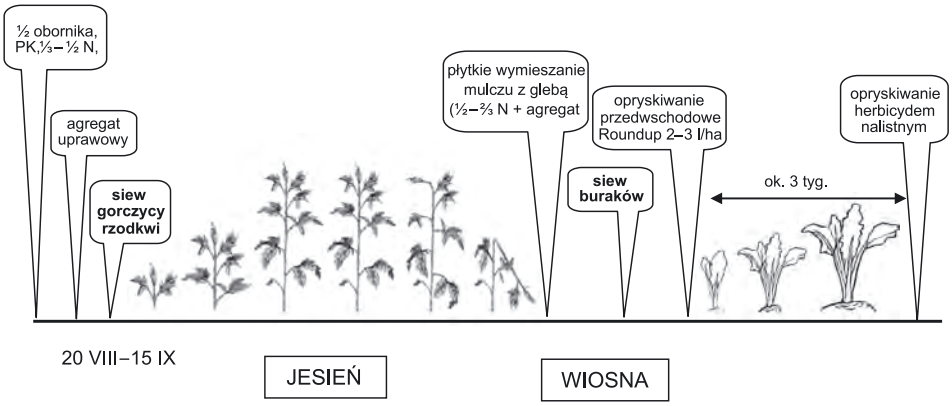
Fot. 3. Pług obracalny jest znacznie wydajnieszy od pługa zagonowego

Wiosenną uprawę roli przeprowadza się na taką samą głębokość jak i siew, czyli 2–3 cm, z zastosowaniem 1 lub 2 przejazdów agregatem uprawowym. Jeden przejazd agregatem wystarcza tylko wtedy, gdy pole po jesiennej orce jest dobrze wyrównane. Agregat powinien być zbudowany z dwóch wałów (strunowe, spiralne lub pierścieniowe), pomiędzy którymi zamontowane są zęby spulchniające – sztywne z gęsiostópkami, a na końcu zestawu umieszczony jest wał zagęszczający wtórnie glebę. Uprawa przedsiewna spulchnia, wyrównuje, napowietrza i ogrzewa wierzchnią warstwę roli, nie naruszając przy tym podsiąku kapilarnego wody w zagęszczonym podłożu, na którym będą umieszczone nasiona. Stosowana jest ona także w celu wymieszania nawozu azotowego z glebą. Ciągnik rolniczy użyty w okresie wiosennym należy obowiązkowo zaopatrzyć w szerokie lub podwójne koła, aby zapobiec nadmiernemu ugnieceniu gleby i zniszczeniu jej struktury. Takie działanie zapewni lepsze wschody, ograniczy porażenie zgorzelą siewek i zgniliznami korzeni oraz wpłynie na zmniejszenie udziału korzeni zniekształconych.

2.3.2. Uprawa z siewem w mulcz

Uprawa buraka cukrowego z siewem w mulcz – to najczęściej stosowana w praktyce rolniczej forma uprawy konserwującej glebę (Sommer 1990; Zimny 1999; Nowakowski i in. 2002). Jej schemat przedstawiono na załączonym rysunku 2.

Uprawę tą rozpoczyna się po zbiorze przedplonu i rozrzuceniu nawozów, od użycia zestawu uprawowego z kultywatorem ścierniskowym, bądź też pługa podorywkowego. W następnej kolejności stosuje się, jeżeli jest to konieczne, agregat uprawowy i wysiewa gorczycę białą (20 kg/ha), bądź też rzodkiew oleistą (25 kg/ha) lub facelię błękitną (10–12 kg/ha). Gorczyca jest najchętniej wysiewana w międzyplonie ścierniskowym, gdyż charakteryzuje się szybkim wzrostem, wiernym plonowaniem i odpornością na suszę. Opóźnia ona rozwój chwastów, a wiele jej odmian ogranicza o 30–50% liczebność mątwika burakowego w glebie (Weiss 1993; Nowakowski 2012).



Rys. 2. Schemat uprawy buraka cukrowego z siewem w mulcz (Nowakowski 1999)

Bardzo efektywne działanie antymątwikowe wykazano również w przypadku uprawy niektórych odmian rzodkwi oleistej (Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999). Facelia błękitna jako roślina nieżywicielska dla nicieni ogranicza populację mątwika burakowego o około 20% (Nowakowski 2012). Badania IHAR – PIB w Bydgoszczy wykazały wzrost skuteczności działania antymątwikowego gorczyc i rzodkwi po zwiększeniu nawożenia azotem (Nowakowski i Szymczak-Nowak 2003) i potasem (rys. 3).

W tabeli 3 zamieszczono wykaz zarejestrowanych przez COBORU odmian gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej wraz z oznaczeniem ich oddziaływania na populację mątwika burakowego. Jeżeli na polu występuje silne zamątwiczenie wówczas dobrze jest przyspieszyć termin siewu antymątwikowego międzyplonu i zaplanować go na początku sierpnia. Dłuższy okres wegetacji gorczycy, rzodkwi i facelii sprzyja lepszemu odmątwiczeniu pola.

Tabela 3. Odmiany gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej wpisane do Rejestru Odmian Oryginalnych (COBORU 2012)

Gatunek / odmiana	Rok wpisu	Firma hodowlana	Wpływ na populację mątwika burakowego[1]
Gorczyca biała			
– Borowska	1958	Małopolska HR – HBP	↓
– Nakielska	1958	Rogowska HR	↑
– Metex AM	1996	Saaten Union	↓
– Ascot	1997	Saaten Union	↑
– Barka	1999	Święciccy / A.Ramenda	↓
– Sirola	2000	KWS	↓ (3)***
– Concerta	2001	Saaten Union	↓ (2)
– Maryna	2003	GRN KOW-MAR	↓
– Rota	2003	A. Ramenda	↓
– Tango	2004	Euro Grass Breeding	↓
– Bardena	2005	A. Ramenda	↓
– Radena	2006	A. Ramenda	↓
– Bamberka	2009	HR Smolice – IHAR	↓
– Dara	2012	A. Ramenda	↓
– Warta		IHAR – PIB	↓
Rzodkiew oleista			
– Adagio AM	1996	Saaten Union	↓ (2)**
– Pegletta AM	1996	Saaten Union	↓ (2)
– Siletta Nova	1997	Saaten Union	↑ (4)****
– Colonel	2001	Saaten Union	↓ (1)*
– Romesa	2006	A. Ramenda	↓
Facelia błękitna			
– Stala	1977	Poznańska HR	↓
– Angelia	1997	Saaten Union	↓
– Natra	1999	A. Ramenda	↓
– Lisette	2002	Euro Grass Breeding	↓
– Asta	2006	A. Ramenda	↓
– Anabela	2008	Poznańska HR	↓
– Atara	2009	A. Ramenda	↓

↑ – wzrost populacji ↓ – spadek populacji

[1] – wg badań IHAR – PIB i literatury zagranicznej (Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999, 2003; Nowakowski 2010, 2012; Lütke-Entrup 2001; BSA 2012)

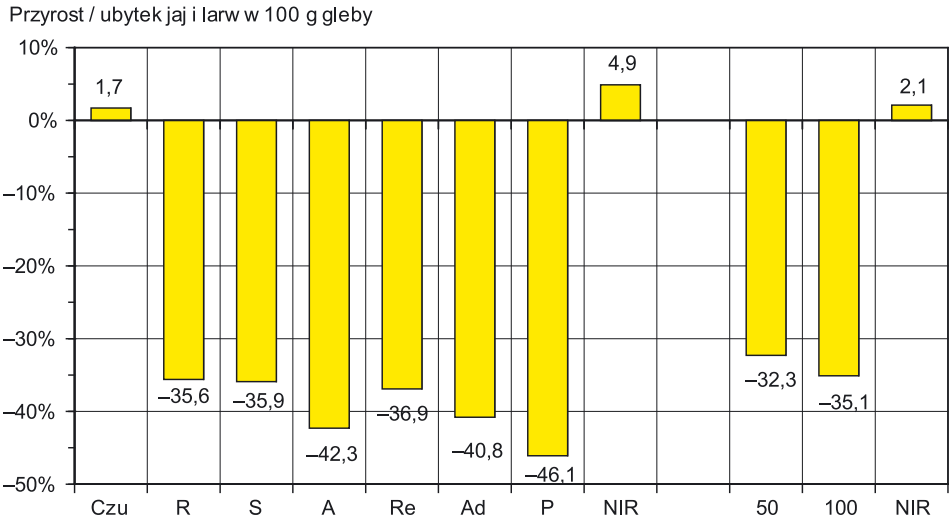
AM – zarejestrowana w Polsce jako odmiana antymątwikowa

* – (1) – po uprawie odmiany w plonie głównym redukcja populacji mątwika o pow. 90%

** – (2) – po uprawie odmiany w plonie głównym redukcja populacji mątwika o 70–90%

*** – (3) – po uprawie odmiany w plonie głównym redukcja populacji mątwika o 50–70%

**** – (4) – po uprawie odmiany w plonie głównym przyrost populacji mątwika o 210–400%



Odmiany gorczycy białej (R, S i A) oraz rzodkwi oleistej (Re, Ad i P):
R – Rota Re – Remonta Czu – czarny ugór
S – Sito Ad – Adagio
A – Accent P – Picobello
Nawożenie potasem: 50 – 50 kg K ha^{-1} 100 – 100 K ha^{-1}

Rys. 3. Wpływ uprawy w międzyplonie ścierniskowym wybranych odmian gorczycy białej i rzodkwi oleistej oraz nawożenia potasem na liczebność mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt) w warstwie gleby 0–20 cm (Nowakowski 2010)

W przypadku wcześniejszego siewu gorczycy należy wybierać późno kwitnące odmiany, gdyż w ten sposób można zahamować proces dojrzewania gorczycy i przejścia w generatywną fazę rozwoju, objawiającą się drewnieniem łodyg oraz zawiązywaniem i osypywaniem nasion. Drewnienie łodyg gorczyc może być znacznie przyspieszone w następstwie suszy w okresie wrzesień – październik. Jeżeli łodygi są mocno zdrewniałe, to konieczne jest zaplanowanie wczesną wiosną skoszenia gorczycy w połączeniu z jej rozdrobnieniem i równomiernym rozrzuceniem na polu. Zabieg ten umożliwia płytkie wymieszanie masy organicznej z glebą przed siewem buraka. Inny sposób na zagospodarowanie zdrewniałej i wysokiej gorczycy związany jest z szybszym podjęciem decyzji i pocięciem łodyg broną talerzową w okresie jesiennym. Należy jednak dążyć do tego, aby plon gorczycy nie był nadmiernie wysoki lub zdrewniały. Z tego względu najlepiej wysiewać międzyplon od drugiej dekady sierpnia do połowy września, zależnie od możliwości organizacyjnych gospodarstwa i wilgotności gleby. Gorczyca wysiana w tym terminie ma zwykle około 30–60 cm wysokości (fot. 4), a jej łodygi po wystąpieniu minusowych temperatur więdną i okrywają rolę organiczną warstwą (mulcz), która łatwo daje się wymieszać agregatem uprawowym z glebą, stwarzając warunki do siewu buraka standardowym siewnikiem. Niekiedy mulcz po-

Fot. 4. Gorczyca biała jest najczęściej wysiewanym gatunkiem w międzyplonie ściernisko wym

zostaje na polu aż do momentu siewu buraka i wówczas konieczne jest użycie siewnika wyposażonego w kroje tarczowe (fot. 5), tnące masę organiczną celem przygotowania miejsca do wysiewu nasion buraka. Zdarza się także, że przy łagodnej zimie gorczyca może przetrwać i rosnąć aż do wiosny, bądź też ulec tylko częściowemu przemarznięciu, co każdorazowo wymusza wykonanie desykacji roślin totalnym herbicydem (glifosat 1,5–2,5 l/ha).

Rośliny międzyplonu pozostawione na polu aż do wiosny (fot. 6), chronią glebę przed erozją wietrzną i wodną, wymywaniem składników pokarmowych oraz ograniczają rozwój wielu szkodliwych mikroorganizmów w glebie i zatrzymują znaczną część wody pochodzącej z opadów (Lütke-Entrup 2001; Buhre 2008). Ich korzenie skutecznie regenerują strukturę gleby i podglebia. Wieloletnie doświadczenia IHAR – PIB w Bydgoszczy wykazały, że w plonie 30 t z ha gorczycy białej lub w 40 t z ha rzodkwi oleistej mogą być zawarte znaczne ilości makroskładników: 70–100 kg N, 15–30 kg P i 120–160 kg K (Nowakowski 2012).

Zamiast mulczu międzyplonu można także wykorzystać w uprawie konserwującej ściernisko i pociętą słomę zbóż. Ta technologia uprawy, prawie identyczna w realizacji z opisanym poprzednio mulczowaniem z użyciem międzyplonu, pozwala na zatrzymanie większych ilości wody w glebie i stwarza warunki dla

Fot. 5. Siewnik punktowy wyposażony w kroje tarczowe umożliwiające siew buraków w mulcz

Fot. 6. Pole mulczowane gorczycą

wdrożenia jej także w rejonach z mniejszymi opadami deszczu oraz tam, gdzie przedplon zbierany jest później. W przedstawionych technologiach uprawy konserwującej wyeliminowano jeden z najkosztowniejszych zabiegów, jakim jest orka głęboka oraz wprowadzono tańsze zwalczanie chwastów z zastosowaniem glifosatu. Uzyskano w ten sposób zmniejszenie kosztów ogólnych na produkcję buraka cukrowego o około 15%, zachowując przy tym poziom plonowania i jakości przetwórczej uzyskiwany w technologii tradycyjnej (Zimny 1999; Nowakowski 2012). Na znaczne zainteresowanie konserwującą uprawą buraka cukrowego mają wpływ nie tylko istotne oszczędności w nakładach na uprawę, ale także dopłaty przewidziane dla rolników w ramach programu rolnośrodowiskowego.

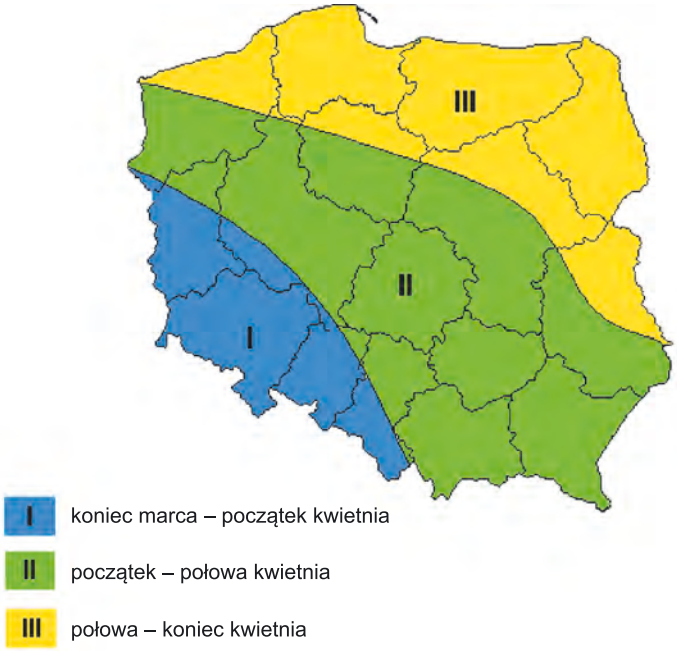
2.4. Siew

Termin siewu buraka cukrowego uzależniony jest od warunków pogodowych oraz od temperatury, wilgotności i struktury gleby. Za korzystne warunki dla siewu uznaje się, gdy temperatura gleby na głębokości około 5 cm wynosi minimum 5°C (Gutmański 2002/2003), a gleba charakteryzuje się dobrą strukturą i średnią wilgotnością. Wysiew należy zaplanować jak najwcześniej, gdy tylko umożliwi to pogoda i wymienione parametry gleby. Zarówno termin siewu jak i zbioru wpływają na długość okresu wegetacji buraka. Okres ten powinien być jak najdłuższy, gdyż przyczynia się on beznakładowo do wzrostu plonów korzeni i cukru, a tym samym do poprawy opłacalności uprawy.

Zalecane terminy siewu buraka cukrowego przedstawiono na załączonym rysunku 4.

Najwcześniej siewy buraka przeprowadza się w południowo-zachodniej części kraju: koniec marca – początek kwietnia, a najpóźniej w części północno-wschodniej: połowa – koniec kwietnia. W centralnej Polsce siewy realizowane są najczęściej w pierwszej połowie kwietnia. W trakcie siewu punktowego nasiona powinny być umieszczone na głębokości 2–3 cm, równomierne dociśnięte do wilgotnego podłoża i przykryte warstewką strukturalnej gleby. W korzystnych warunkach polowych nasiona mogą być wysiewane w rzędzie w odstępach co 18–20 cm, czyli "na gotowo". Natomiast na gorzej przygotowanych stanowiskach odstępy między wysianymi nasionami powinny być mniejsze – 16 cm.

Ilość nasion jaka będzie potrzebna do siewu można ustalić biorąc pod uwagę odstęp wysiewu nasion w rzędzie (odstęp między rzędami: 45 cm) oraz szacowaną polową zdolność wschodów i początkową obsadę roślin (tab. 4).



Rys. 4. Terminy siewu buraka cukrowego (Gutmański, 2002/2003)

Tabela 4. Zapotrzebowanie na nasiona oraz początkowa obsada buraków w zależności od odstępu wysiewu nasion w rzędzie i polowej zdolności wschodów (PZW)

Odstępy wysiewu nasion w cm	Zapotrzebowanie na nasiona w jednostkach siewnych*na ha	Początkowa obsada buraków w tys. na ha przy PZW:		
		80%	85%	90%
16	1,4	112	119	126
18	1,2	96	102	108
20	1,1	88	94	99

* jednostka siewna (j.s.) = 100 000 nasion

Przy wyborze odmiany buraka i zamawianiu materiału siewnego w cukrowni plantator powinien brać pod uwagę walory użytkowe odmiany (plenność i cukrowość), a także nasilenie występowania chorób i szkodników oraz możliwości ich zwalczania. Jeżeli nie można zaplanować płodozmianu, bądź też innego działania agrotechnicznego, zabezpieczającego dobry stan fitosanitarny pola, wówczas dobrym rozwiązaniem w ramach integrowanej ochrony jest zastosowanie odmiany odpornej na patogena, który ogranicza silnie poziom plonowania na danym polu (Gummert i in. 2011).

Otoczkowane nasiona buraka cukrowego wysiewa się siewnikami punktowymi, które w zależności od typu mechanizmu wysiewającego dzieli się na mechaniczne oraz pneumatyczne podciśnieniowe i nadciśnieniowe. Siewniki mechaniczne występują z systemem zewnętrznego lub wewnętrznego napełniania komórek tarczy wysiewającej. Są one prostsze w budowie, lżejsze i tańsze od siewników pneumatycznych, które z kolei mają tą zaletę, że można nimi wysiewać także nasiona innych gatunków roślin. Najnowocześniejsze siewniki mechaniczne posiadają elektryczny napęd tarczy wysiewającej, który daje jeszcze większą precyzję i możliwość regulacji wysiewu z uwzględnieniem ścieżek przejazdowych. Większość siewników jest przystosowana do szybkiego montażu wyposażenia umożliwiającego siew w mulcz (m.in. kroje tarczowe przecinające lub rozsuwające mulcz) oraz rzędową aplikację nawozów. Przed przystąpieniem do siewu należy znacznie wcześniej sprawdzić stan techniczny każdego siewnika i wykonać niezbędne naprawy i regulacje. Bardzo istotne znaczenie dla precyzji siewu mają redlice wysiewające, które powinny być ostre.

Wschody buraka w warunkach korzystnych można zaobserwować już po 7–10 dniach, w średnich – po 14–18 dniach, a w niekorzystnych nawet po 30 dniach licząc od dnia wysiewu nasion. W przeciętnych warunkach glebowych i pogodowych zakończenie wschodów powinno nastąpić po 25–30 dniach. Celem określenia polowej zdolności wschodów należy, po 3–4 tygodniach od pojawienia się pierwszych wschodów, policzyć siewki w różnych, losowo wybranych miejscach plantacji (przemieszczając się po przekątnej pola), na co najmniej 10 odcinkach rzędów, obejmujących po 100 punktów z nasionami. W późniejszym okresie, wybierając w podobny sposób miejsca na polu, można obliczyć obsadę buraków ustalając liczbę roślin na odcinku rzędu o długości 22,2 m, a uzyskaną liczbę trzeba pomnożyć razy 1000 (dla rozstawy rzędów 45 cm). Najkorzystniejsze dla uzyskania wysokich plonów cukru i korzeni są wysokie obsady buraka rzędu 90–110 tysięcy roślin na 1 ha.

Spulchnianie gleby między rzędami pielnikiem należy przeprowadzać tylko w wyjątkowych sytuacjach w trakcie uprawy tradycyjnej, kiedy wystąpi bardzo silne zaskorupienie gleby.

Przesiewu plantacji dokonuje się jeżeli wschody są bardzo słabe lub nierównomierne w następstwie silnego zaskorupienia lub zamulenia gleby bądź też wystąpienia erozji wodnej lub wietrznej. Ponowny siew jest uzasadniony jeżeli:

- wschody i początkowa obsada nie zapewniają uzyskania 50 tysięcy buraków na ha,
- stwarza nadzieję na lepsze wschody i obsadę roślin,
- możliwe jest dokonanie przesiewu do połowy maja.

Zaplanowane do przesiewu pole należy ponownie uprawić agregatem, użyć innego materiału siewnego o wysokiej jakości oraz wysiać nasiona z trochę mniejszym odstępem w rzędzie.

Przesiewaną plantację powinno się zbierać jak najpóźniej.

W COBORU (www.coboru.pl) zarejestrowanych jest kilkanaście odmian buraka pastewnego. Większość spośród tych odmian to odmiany genetycznie jednonasienne, które wysiewa się w identyczny sposób jak odmiany buraka cukrowego. Przy wysiewie docelowym na odległość w rzędzie co 18 cm (odległość między rzędami: 45 cm) wystarcza 1,2 jednostki siewnej nasion otoczkowanych i PZW 85%, aby uzyskać pożądaną obsadę rzędu 100 tyś. roślin na ha. Niekiedy wysiewa się także nasiona jednokiełkowe nieotoczkowane w ilości 3–4 kg na ha.

W przypadku odmian wielokiełkowych, konieczny jest siew rzędowy, rozrzedzony z normą wysiewu: 10–16 kg/ha (Gutmanski i in. 1995). Po takim siewie musi być przeprowadzona przerywka celem uformowania obsady roślin.

III. ZRÓWNOWAŻONY SYSTEM NAWOŻENIA BURAKA

Dr inż. Dariusz Górski

Podstawowym celem nawożenia jest dostarczenie roślinie kompletu niezbędnych składników pokarmowych w odpowiedniej ilości, czasie i formie, zapewniające uzyskanie wysokich plonów o pożądanej jakości.

Nawożenie zrównoważone uwzględnia ponadto:

- utrzymanie żyzności gleby na wysokim poziomie poprzez poprawę jej właściwości fizykochemicznych i biologicznych,
- właściwy skład chemiczny produktów roślinnych, który gwarantuje wysoką jakość płodów rolnych,
- bezpieczeństwo środowiska naturalnego poprzez ograniczenie strat składników nawozowych poza układ gleba–roślina,
- wysoką efektywność zastosowanych nawozów, co zapewnia opłacalność upraw,
- wspieranie wszelkich działań zmierzających do zwiększenia odporności roślin na choroby i szkodniki.

W nawożeniu zrównoważonym uwzględnia się przychody składników ze wszystkich źródeł (zasobność gleby, nawożenie organiczne, nawozy zielone, resztki organiczne) oraz ich rozchód z plonami zbieranymi z pola. Zasadą jest aby po zakończeniu pełnej rotacji płodozmianu żyzności gleby była na poziomie co najmniej równym stanowi początkowemu.

3.1. Potrzeby pokarmowe

Burak cukrowy ze względu na olbrzymi potencjał produkcji biomasy (korzenie + liście) ma bardzo wysokie wymagania pokarmowe. Na wyprodukowanie 50 t korzeni z odpowiednią masą liści pobiera ok. 200 kg azotu (N), 100 kg fosforu (P_2O_5), 400 kg potasu (K_2O), 125 kg sodu (Na_2O), 75 kg magnezu (MgO), 110 kg wapnia (CaO) oraz znaczne ilości boru (400 g), manganu (1400 g) i cynku (700 g). Najlepiej plonuje na glebach o co najmniej średniej zawartości P, K i Mg, o dobrej strukturze i uregulowanym odczynie. Jest rośliną, która silniej reaguje na zasobność gleby w składniki pokarmowe niż na bieżące nawożenie. Dlatego tak ważna jest analiza gleby pod kątem odczynu i zasobności w podstawowe składniki pokarmowe, azot, fosfor, potas i magnez. Zależnie od zasobności gleby w dany pierwiastek dawki nawozów mineralnych można zwiększyć, ograniczać, a nawet zrezygnować z nawożenia składnikiem występującym w nadmiarze, bez negatywnych skutków dla żyzności gleby i opłacalności upraw.

3.2. Znaczenie badań stanu agrochemicznego gleby

Podstawą nawożenia zrównoważonego (efektywnego i bezpiecznego dla środowiska naturalnego) jest wiedza o odczynie oraz zasobności gleby w przyswajalny potas, fosfor i magnez. Kluczowym problemem w badaniach agrochemicznych gleby jest prawidłowe pobranie próbek gleby do analiz. Przykładowo próbka gleby o masie 0,5 kg pobrana z powierzchni 4 ha reprezentuje zasobność odpowiadającą średnio 12 tys. ton gleby. Podane liczby obrazują na podstawie jak znikomej masy gleby wnioskuje się o zasobności całego pola. W przypadku próby niereprezentatywnej wyniki analiz mogą różnic się od rzeczywistych nawet o 100%, przy czym na błąd analityczny w akredytowanym laboratorium przypada maksymalnie 5%. Zatem można powiedzieć, że o przydatności wyników analiz gleby do celów nawozowych w 95% decyduje prawidłowy sposób pobrania prób.

3.3. Metodyka pobierania próbek gleby do badań agrochemicznych

Metodykę pobierania prób gleby do analiz agrochemicznych reguluje norma: PN-R-04031:1997 (Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Pobieranie próbek). Szczegółowe informacje na ten temat można uzyskać w stacjach chemiczno-rolniczych (http://www.schr.gov.pl/). Badania gleby na zasobność zaleca się wykonywać co 4–6 lat, lub co najmniej raz w rotacji płodozmianu. Przyjmuje się, że powierzchnia pola przypadająca na jedną próbę ogólną, dla gleby jednolitej, o zbliżonym ukształtowaniu terenu nie powinna przekraczać 4 ha. Próba ogólna powstaje ze zmieszania 15–20 próbek pojedynczych, które pobiera się laską Egnera, świdrem glebowym, a nawet zwykłym szpadlem chodząc zygzakiem lub wzdłuż przekątnych pola. Im większe pole i bardziej niejednorodna gleba, tym więcej próbek pojedynczych należy pobrać. Próbę średnią należy wysuszyć w temperaturze pokojowej i możliwie szybko dostarczyć do laboratorium.

Na podstawie wyników analiz sporządza się mapy zasobności glebowej, wg których ustala się dawki nawozów mineralnych oraz potrzeby wapnowania.

3.4. Znaczenie odczynu gleby

Odczyn gleby, obok próchnicy jest podstawowym wskaźnikiem jej żyzności. Prawidłowe pH gleby wpływa korzystnie na przyswajalność makro- i mikroelementów, aktywność mikroorganizmów, tempo procesów mineralizacji i humifikacji materii organicznej, trwałość struktury gleby, a przez to decyduje o efektywności nawożenia mineralnego. Dlatego na glebach zakwaszonych konieczna jest regulacja odczynu poprzez wapnowanie.

Skutki uprawy buraka cukrowego na glebach kwaśnych

Burak cukrowy należy do roślin bardzo wrażliwych na odczyn i najlepiej rozwija się w na glebach o pH lekko kwaśnym i obojętnym (6,0–7,2). Uprawa buraka cukrowego na glebach kwaśnych zwiększa ryzyko wystąpienia zgorzeli siewek oraz ujawnienia się toksycznego działania związków glinu, manganu i żelaza na system korzeniowy. W warunkach niskiego pH gleby obserwuje się słaby rozwój systemu korzeniowego, a przez to i całych roślin. Słabo rozwinięty, płytki system korzeniowy nie jest w stanie dostarczyć roślinie wystarczających ilości wody i składników pokarmowych. Niedożywione i osłabione rośliny są bardziej podatne na atak ze strony chorób i szkodników (fot. 7).

Czynniki decydujące o skuteczność wapnowania

O efektywności wapnowania decyduje kilka czynników. Do najważniejszych z nich należy ogólna zasadowość, aktywność chemiczna, stopień rozdrobnienia i krystalizacji nawozu oraz dokładność wymieszania z glebą. Im młodszy wiek geologiczny surowca, większe rozdrobnienie, wyższa zawartość wapnia w przeliczeniu na CaO, większa rozpuszczalność oraz dokładniejsze wymieszanie z glebą tym wyższa aktywność chemiczna i siła zobojętniania nawozu. Forma tlenkowa nawozów wapniowych (CaO), w przeciwieństwie do formy węglanowej ($CaCO_3$) łatwo wchodzi w rekcję z wodą glebową, stąd też jej działania jest szybkie. Wapno tlenkowe nadaje się przede wszystkim na gleby ciężkie i średnie, dobrze zbuforowane, szczególnie w sytuacji gdy istnieje potrzeba szybkiej neutralizacji wysokiej kwasowości gleby. Na glebach lekkich i bardzo lekkich zalecana jest forma węglanowa wapna, która działa wolno i nie powoduje gwałtownych zmian we właściwościach środowiska glebowego, co dla tych gleby jest bardziej bezpieczne.

Odkwaszanie gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych, ze względu na bardzo wysokie dawki nawozów (3–6 ton CaO na ha) należy przeprowadzić w dwóch etapach. W pierwszym roku stosuje się maksymalnie 2/3 przewidzianej dawki nawozu, a w następnym roku pozostałą część.

Potrzeby wapnowania

Potrzeby wapnowania ustala się w oparciu o kategorię agronomiczną gleby oraz jej kwasowość (tab. 5, tab. 6). Każda kategoria gleby ma swój własny optymalny dla niej zakres pH, który odpowiada klasie ograniczonych potrzeb wapnowania. Przekroczenie odczynu optymalnego jest również niekorzystne dla właściwości fizykochemicznych gleby. Przewapnowanie zmniejsza dostępność dla roślin fosforu i mikroelementów (poza molibdenem), przesusza glebę oraz prowadzi do nadmiernego przyspieszenia procesów mineralizacji glebowej materii organicznej. Skutkiem tych zmian jest ubytek próchnicy i szybka degradacja gleby. Im gleba jest lżejsza, tym z natury bardziej kwaśna, a wapnowanie w nadmiarze jest bardziej szkodliwe.

Fot. 7. Skutki uprawy buraka na glebie kwaśnej

Tabela 5. Klasy potrzeb wapnowania dla gleb mineralnych

Ocena potrzeb wapnowania	Kategoria agronomiczna gleb			
	bardzo lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
	pH w 1 mol KCl			
Konieczne	do 4,0	do 4,5	do 5,0	do 5,5
Potrzebne	4,1–4,5	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0
Wskazane	4,6–5,0	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5
Ograniczone*	5,1–5,5	5,6–6,0	6,1–6,5	6,6–7,0
Zbędne	od 5,6	od 6,1	od 6,6	od 7,1

* optymalny zakres odczynu dla danej kategorii agronomicznej gleby

Tabela 6. Dawki nawozów wapniowych (tony CaO/ha)

Kategoria agronomiczna gleby	Ocena potrzeb wapnowania			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Bardzo lekkie	3,0	2,0	1,0	–
Lekkie	3,5*	2,5*	1,5	–
Średnie	4,5*	3,0	1,7	1,0
Ciężkie	6,0*	3,0	2,0	1,0

* dawki nawozów rozłożyć na kilka lat

Wapnowanie w aspekcie nawożenia magnezem

W przypadku gleb kwaśnych i ubogich w magnez (wartość krytyczna dla gleb średnich wynosi 3, a ciężkich 4 mg Mg/100 g gleby) ok. 50% dawki wapna należy zastosować w formie wapna magnezowego. Jest to najtańszy i najprostszy sposób uzupełniania zasobów magnezu w glebie, kilkakrotnie tańszy od magnezu w nawozach siarczanowych. Z reguły gleby kwaśne są także ubogie w magnez. Wynika to głównie z wysokiej podatności magnezu na wymywanie, które nasila się w warunkach niskiego odczynu. Na glebach ubogich w magnez, ale nie wymagających wapnowania doglebowo należy zastosować 60–80 kg MgO/ha w nawozach magnezowych (np.: kizeryt, kainit). Magnez pobierany jest bardzo dobrze przez liście. Dlatego w sytuacji niskiej zasobności gleby, lub stwierdzenia symptomów niedoboru składnika zaleca się, oprócz nawożenia doglebowego, dwukrotne dokarmianie dolistne 5% roztworem siarczanu magnezu. Zabiegi należy przeprowadzić od fazy dwóch par liści właściwych (BBCH 14) do momentu zakrycia międzyrzędzi (BBCH 39).

3.5. Nawożenie organiczne

Pod buraka cukrowego, jeżeli to możliwe, należy stosować nawozy naturalne (obornik, gnojówka, gnojowica), oraz nawozy organiczne tj. komposty, nawozy zielone, słomę itp. Roślina ta, ze względu na długi okres wegetacji i wysokie wymagania pokarmowe, bardzo dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe dostarczone w tych nawozach. Ze względu na płytką, przedsiewną uprawę gleby na wiosnę w nawożeniu buraka cukrowego nawozy naturalne należy stosować w terminie jesiennym.

Według ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033, art. 17 ust. 3) roczna dawka nawozów naturalnych w przeliczeniu na azot nie może przekraczać 170 kg azotu na ha. Z godnie z rozporządzeniem wykonawczym do ustawy (Dz.U. 2008 nr 80 poz. 479) na gruntach ornych nawozy naturalne można stosować w okresie od 1 marca do 30 listopada, a po zastosowaniu nawozy te należy najlepiej od razu przyorać lub wymieszać z glebą, ale nie później niż na drugi dzień. Zapobiega to stracie znacznej ilości składników pokarmowych, szczególnie azotu.

Obornik

Szczególnie cennym i polecanym w nawożeniu buraka cukrowego jest obornik, który korzystnie wpływa na właściwości fizykochemiczne gleby i bilans materii organicznej, wzbogaca glebę w próchnicę, poprawia jej strukturę i właściwości retencyjne oraz zwiększa aktywność biologiczną gleby. Roczna dawka obornika

nie powinna przekraczać 40 t/ha (Dz.U. 2003 nr 4 poz. 44). W dawce 40 t/ha obornika wprowadza się do gleby ok. 170 kg N, 100 kg P_2O_5 oraz 210 kg K_2O, z czego burak cukrowy wykorzysta ok. 50 kg N, 20 kg P_2O_5 oraz 120 kg K_2O.

Gnojowica i gnojówka

Gnojowica i gnojówka pod względem szybkości działania zbliżone do działania nawozów mineralnych. Roczna dawka gnojowicy nie powinna przekraczać 45 m^3 (170 kg N) na ha (Dz.U. 2003 nr 4 poz. 44). Stosując 45 m^3 gnojowicy na hektar wprowadza się do gleby średnio 170 kg N, 100 kg P_2O_5 i 200 kg K_2O.

Słoma

W nawożeniu buraków cukrowych często stosowanym nawozem organicznym jest słoma. Wartość nawozowa słomy w dużej mierze zależy od stanu technicznego sieczkarni kombajnów oraz dokładności uprawy pożniwnej. W trakcie omłotu słoma musi być dobrze rozdrobniona i równomiernie rozrzucona po całej powierzchni pola. Uprawa pożniwna powinna zapewnić dobre wymieszana resztek pożniwnych z rolą, tak aby nie dochodziło do pogorszenia warunków wzrostu korzeni. W miejscach, w których następuje nagromadzenie słomy, poza gorszym kiełkowaniem i wzrostem buraków, należy spodziewać się większej aktywności szkodników, głównie skoczogonków. Uszkadzają one hypokotyl siewek, ułatwiając wnikanie grzybów wywołujących zgorzel siewek. Poza tym przyorywanie słomy jako nawozu wymaga dodatkowego nawożenia azotem. W celu uniknięcia zjawiska blokowania azotu przez mikroorganizmy glebowe na jedną tonę przyoranej słomy należy zastosować od 5 do 10 kg N.

Nawozy zielone

Uproszczenia w uprawie buraka cukrowego, szczególnie skracanie płodozmianu do rotacji 3- i 2-letniej, prowadzą do degradacji gleby, co w dłuższej perspektywie skutkuje regresem plonów korzeni. Spadek produktywności gleby jest głównie wynikiem zniszczenia jej struktury, ubytkiem próchnicy oraz namnożeniem się chorób i szkodników, w tym głównie mątwika burakowego. Aby zapobiec tym niekorzystnym procesom zaleca się uprawę międzyplonów ścierniskowych. Udany międzyplon wzbogaca glebę w materię organiczną, poprawia strukturę gleby, chroni glebę przed erozją wietrzną i wodną, zapobiega wymywaniu składników pokarmowych, zwiększa aktywność biologiczną gleby, poprawia zdrowotność roli, a także ogranicza zachwaszczenie.

Najbardziej przydatne na międzyplon są rośliny o szybkich wschodach, głębokim systemie korzeniowym, dynamicznym wzroście, dobrze zacieniające rolę,

dające wysoki plon łatwo rozkładającej się biomasy. Do najpopularniejszych roślin międzyplonowych należą antymątwikowe odmiany gorczycy białej i rzodkwi oleistej, a także rzepa ścierniskowa, facelia błękitna i słonecznik pastewny.

3.6. Potrzeby nawozowe

Przy ustalaniu dawek nawozów uwzględnia się potrzeby pokarmowe buraka, nawożenie organiczne oraz zasobność gleby w składniki pokarmowe. Potrzeby pokarmowe oblicza się z iloczynu pobrania jednostkowego i wielkości spodziewanego plonu.

Zalecane dawki nawozów mineralnych (kg/ha) pod buraka cukrowego w zależności od prognozowanego plonu korzeni, dla warunków średniej zawartości gleby w przyswajalny fosfor, potas i magnez zawiera tab. 7. Przy obliczeniu dawek założono, że produkty uboczne (słoma zbóż, rzepaku i roślin strączkowych, liście buraczane itp.) są pozostawiane na polu, a nagromadzone w nich składniki mineralne wracają do gleby. W gospodarstwach, w których produkty uboczne zbiera się z pola, dawki nawozów fosforowych należy zwiększyć o ok. 20%, a dawki nawozów potasowych o 60–80% w stosunku do wartości tabelarycznych.

Tabela 7. Zalecane dawki nawozów mineralnych (kg/ha) pod buraka cukrowego (IUNG – PIB w Puławach).

	Plon t/ha	**Azot (N)**	**Fosfor (P2O5)**	**Potas (K2O)**	**Magnez (MgO)**
Burak cukrowy na oborniku (30 t/ha)	40	80	–	–	–
	50	90	15	–	15
	60	100	25	–	20
	70	120	35	–	30

Dokładne informacje o sposobie wyznaczenia dawki nawozów można znaleźć w zaleceniach nawozowych dostępnych na stronie Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach: www.iung.pulawy.pl/. Przy obliczaniu dawek nawozów można skorzystać z programów dostępnych na stronie http://www.liz.pl/index.php/programy/ (LIZ – Bilans próchnicy, LIZ – Dungpro, LIZ – Koszty nawożenia, LIZ – Npro).

3.7. Terminy nawożenia

Nawożenie obornikiem, gnojowicą i gnojówką

Obornik należy stosować w terminie jesiennym przed orką zimową. Zapobiega to stracie znacznej ilości składników pokarmowych, szczególnie azotu. Na

glebach lekkich obornik powinien być przykryty głębiej, a na glebach zwięzłych płycej. Gnojowicę i gnojówkę powinno się stosować na nieobsianą glebę, na ściernisko lub przed orką zimową. Nawozy te należy natychmiast po zastosowaniu wymieszać z glebą w celu ograniczenia strat azotu.

Nawożenie PK

Nawozy fosforowe i potasowe, ze względu na niewielką mobilność fosforu i potasu w glebie oraz bardzo głęboki system korzeniowy buraka, należy stosować w terminie jesiennym, przed orką zimową. Termin ten umożliwia dobre wymieszanie składników z glebą w całym przekroju warstwy ornej, co zapewnia wysoką efektywność tych nawozów. Burak cukrowy uprawiany jest na glebach średnich i ciężkich, dlatego nie ma niebezpieczeństwa wymycia fosforu i potasu z gleby w okresie zimowym.

Nawożenie azotem

Efektywna dawka azotu w uprawie burak cukrowego wynosi 100–120 kg/ha w stanowiskach nawożonych obornikiem oraz 140–160 kg/ha na tych bez obornika. Nawożenie azotem należy przeprowadzić wiosną w dwóch etapach. Pierwszą dawkę w ilości do 50% całości wysiewa się przed agregatem uprawowym, a pozostałą część w fazie 2–3 par liści właściwych.

Dokarmianie dolistne

Dokarmianie dolistne magnezem oraz borem, wypadku niskiej zasobności gleby w te składniki lub stwierdzenia symptomów niedoboru na roślinie należy wykonać w terminie od fazy dwóch par liści właściwych do zakrycia międzyrzędzi. Najczęściej stosuje się mieszaninę 5% roztwór siarczanu magnezu (5 kg $MgSO_4$ w 100 litrach wody) z nawozem mikroelementowym zawierającym głównie bor (2–3 l/ha).

3.8. Skutki niezrównoważonego nawożenia

Nawożenie azotem

Na plantacjach buraka cukrowego zdecydowanie częściej obserwuje się przenawożenie azotem niż jego deficyt. Azot jest głównym składnikiem plonotwórczym, ale jego efektywność zależy od dostępności pozostałych pierwiastków, głównie potasu, fosforu i magnezu. Jednostronne nawożenie azotem w uprawie buraka cukrowego ma wysoce negatywne skutki. Nadmiar azotu pogarsza zdrowotność roślin, plon i jakość korzeni. Zbyt wysokie dawki azotu na wiosnę, przed

siewem zmniejszają polową zdolność wschodów oraz przyczyniają się do wzrostu porażenia siewek przez choroby zgorzelowe. Spóźnione oraz zbyt wysokie w stosunku do potrzeb nawożenie pogłówne prowadzi do nadmiernego rozwoju liści, co odbywa się kosztem masy korzeni i zawartości cukru.

Liście roślin przenawożonych azotem są łatwo uszkadzane mechanicznie przez wiatr, deszcz, mróz, grzyby i owady (mszyce). Wysoka zawartość azotu stanowi idealną pożywkę dla bakterii, które w uszkodzonej tkance szybko się rozmnażają. Przy zbiorze liście są nadal intensywne zielone, natomiast korzenie są technologicznie niedojrzałe, selerowate, płytko osadzone w glebie, o niższej polaryzacji i wyższej zawartości azotu α-aminowego. W pryzmach wzrasta intensywność oddychania i podnosi się temperatura, co skutkuje spadkiem masy korzeni, zawartości cukru i w skrajnych wypadkach gniciem surowca.

Nawożenie fosforem

Deficyt fosforu obniża plon liści i korzeni buraka. Korzenie niedożywione fosforem zawierają mniej cukru, a więcej azotu α-aminowego, znacznie gorzej znoszą długotrwałe składowanie w pryzmach. W konsekwencji spada wydajność procesów technologicznych i wydatek cukru z ha. Deficyt fosforu uwidacznia się najczęściej u roślin młodych w początkowych okresach ich wzrostu. Liście mają charakterystyczną ciemnozieloną barwę, są drobne, spiczaste, o wyprostowanych ogonkach.

Warunkiem dobrej przyswajalności fosforu przez burak cukrowy jest optymalny odczyn (pH 6–7) oraz dobra struktura gleby. Okres krytyczny zapotrzebowania na fosfor przypada na fazę wschodów. Fosfor wpływa na szybki wzrost systemu korzeniowego, zwiększa odporność siewek na stresy środowiskowe, takie jak niskie temperatury, niedobory wody czy ataki patogenów.

Niedobory fosforu występują na glebach o niskiej zasobności w ten składnik oraz w warunkach kwaśnego odczynu, a także na glebach wapiennych (rędziny). Częstą przyczyną deficytu fosforu, szczególnie w początkowym okresie wzrostu buraka są niskie temperatury oraz susze. Fosfor jest mało mobilny w glebie i musi być pobierany aktywnie. Intensywność tego procesu maleje wraz ze spadkiem wilgotności i temperatury gleby. Deficyt fosforu może wystąpić także przy jednostronnym nawożeniu azotem, szczególnie w formie saletrzanej. (fot. 8)

Nawożenie potasem

Potas jest składnikiem, którego burak cukrowy pobiera w największej ilości. Na wyprodukowanie 50 ton korzeni wraz z liśćmi roślina ta potrzebuje blisko 400 kg K_2O. Składnik ten w roślinie pełni szereg bardzo ważnych funkcji. Potas wpływa korzystanie na wydajność fotosyntezy oraz transport asymilatów z liści

Fot. 8. Objawy niedoboru fosforu

Fot. 9. Zasychanie brzegów liści buraka na skutek niedoboru potasu

do korzeni, uczestniczy w regulacji gospodarki wodnej i gazowej rośliny, zwiększa turgor komórek oraz odporność roślin na suszę. Zapewnia lepszy rozwój tkanek mechanicznych, dzięki czemu zwiększa odporność roślin na choroby i szkodniki (mszyce). Bierze czynny udział w gospodarce azotowej rośliny, przez co ma duży wpływ na efektywności nawożenia azotem. Przy braku potasu nagromadzają się w roślinie proste związki azotowe, rośnie zawartość azotu α-aminowego.

Objawy niedoboru potasu występują w późniejszym okresie wegetacji tj. lipcu i sierpniu, szczególnie w warunkach suszy i wysokich temperatur. Liście szybko tracą turgor i odzyskują go zdecydowanie później od roślin odżywionych prawidłowo. Przy silnym deficycie liście odpadają, pozostałe są pomarszczone, wąskie, zwiędłe, bez wigoru.

Przy dobrym zaopatrzeni buraka w potas rośnie plon i zawartość cukru w korzeniach, a jednocześnie maleje zawartość azotu α-aminowego. Nadmiar potasu utrudnia wydobycie cukru z korzeni i zwiększa jego straty w melasie. (fot. 9)

Nawożenie borem

Bor jest najbardziej deficytowym mikroelementem w uprawie buraka cukrowego, dlatego objawy niedoboru tego mikroskładnika występują najczęściej. Bor bierze udział w procesach wzrostu i podziału komórek, stabilizacji błon cytoplazmatycznych, w metabolizmie i transporcie cukrowców. Składnik ten pełni bardzo ważną role w gospodarce wodnej roślin, transpiracji i oddychaniu. Przy niedoborze boru system korzeniowy roślin jest słabo rozwinięty. Korzenie nie są wstanie pobrać odpowiedniej ilości składników pokarmowych i wody.

Wysoki deficyt boru wynika z jednej strony z bardzo niskiej zasobności gleb w ten składnik, a z drugiej z wysokiego zapotrzebowania buraka. W Polsce ponad 70% gleb wykazuje deficyt boru. Straty składnika powodowane wynoszeniem z plonami roślin uprawnych i wymywaniem z gleby przewyższają znacznie przychody tego pierwiastka z nawozów. Przy plonie sięgającym 50 t/ha pobieranie boru wynosi 400 g/ha. Niedobór boru może być także wywołany blokadą pobierania składnika na skutek zbyt wysokiego pH gleby lub długotrwałej suszy. Składnikiem tym należy dokarmiać rośliny nawet w stanowiskach nawożonych obornikiem. Dawka 35 t/ha obornika całkowicie pokrywa zapotrzebowanie buraka cukrowego tylko na mangan i cynk, natomiast nie stanowi istotnego źródła boru.

Symptomy niedożywienia borem najczęściej obserwuje się w warunkach długotrwałej suszy glebowej. W warunkach deficytu boru początkowo występuje deformacja najmłodszych liści. Wraz z pogłębieniem się niedożywienia blaszki liściowe stopniowo brunatnieją, czernieją i w końcowym etapie zamierają. Występuje tzw. zgorzel liści sercowych. W dalszym etapie, najczęściej w lipcu i sierpniu tkanka spichrzowa korzeni począwszy od wierzchołka korkowacieje i zamiera. W zawansowanym stadium choroby gniją głowy korzeni z jednoczesnym wytwa-

rzaniem licznych, drobnych zawiązków liściowych. Występuje tzw. sucha zgnilizna korzeni. Silny niedobór boru może spowodować spadek plonu korzeni nawet o 50% i zawartości cukru o 3–4%.

Dokarmianie dolistne borem w zależności od skali niedoboru należy przeprowadzić 1–3 krotnie. Dawki składnika wahają się od 1 do 3 kg na ha. Wyższą dawkę stosuje się na glebach o zasobności niskiej, natomiast niższą o zasobności wysokiej. Zabieg należy wykonać w warunkach wysokiej wilgotności powietrza (powyżej 60%) w temperaturze powietrza od 10–20°C, na rośliny zdrowe o wysokim turgorze. Ważne jest, aby temperatura cieczy opryskowej była zbliżona do temperatury liści, gdyż burak cukrowy jest bardzo wrażliwy na szok termiczny. Pierwszy zabieg wykonuje się w terminie 3–4 pary liści, a kolejne w odstępie 10–14 dniowym. Dokarmianie dolistne powinno być zakończone do czasu zakrycia międzyrzędzi. (fot. 10).

Fot. 10. Zgorzel liści sercowych – objaw braku boru w glebie

3.9. Nawożenie na obszarach szczególnie narażonych (OSN)

Na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (OSN) istnieją dodatkowe obostrzenia prawne odnośnie terminów i dawek stosowania nawozów. Z godnie z przepisami (art. 47 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne – Dz.U. 2012 r. nr 0

poz. 145) za wyznaczenie OSN, ich aktualizacje co cztery lata oraz opracowanie programu działań mającego na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych odpowiedzialni są dyrektorzy regionalnych zarządów gospodarki wodnej na terenach im podległych. Tereny zakwalifikowane do OSN oraz odpowiedni program działania wprowadzany jest w drodze rozporządzenia dyrektora regionalnego zarządu gospodarki wodnej. Każdy rolnik prowadzący produkcję rolną na OSN jest zobowiązany pod groźbą sankcji karnych przestrzegać wytycznych programu przewidzianego dla jego terenu. Na lata 2012–2016 oficjalnie na dzień 04.01.2013 opublikowano dwa rozporządzenia dla regionu Poznań i Gdańsk (DZ. URZ. WOJ.2012.36011 oraz DZ. URZ. WOJ.2012.32432. Spośród przepisów zawartych ww. rozporządzeniach producentów buraka cukrowego dotyczą szczególnie terminy i dawki stosowania nawozów naturalnych oraz maksymalnych dawki nawozów azotowych.

Dodatkowe obostrzenia stosowania nawozów na OSN

- Prowadzący działalność rolniczą na OSN zobowiązani są do prowadzenia dokumentacji wszystkich zabiegów agrotechnicznych a w szczególności związanych z nawożeniem (termin, rodzaj, zastosowana dawka pod daną uprawę). Dokumentację należy przechowywać przez okres obowiązywania Programu i rok po jego zakończeniu.
- Nawożenie na OSN można stosować w okresach i w warunkach, gdy nie ma zagrożenia, że zawarte w nich składniki mineralne, szczególnie związki azotu, będą wymywane do wód gruntowych lub zmywane do wód powierzchniowych w stopniu powodującym zagrożenie dla wód, a w konsekwencji ich zanieczyszczenie.
- Nawozy naturalne i organiczne oraz nawozy azotowe mineralne na gruntach ornych stosuje się w okresie od dnia 1 marca do dnia 15 listopada.
- Gospodarujący na powierzchni powyżej 100 ha użytków rolnych na OSN są zobowiązani do wykonania planu nawozowego oraz do nieprzekraczania dawek nawożenia wynikających z tego planu, nawet wtedy gdyby Program zakładał możliwość stosowania wyższych dawek.
- Gospodarujący na powierzchni do 100 ha użytków rolnych na OSN stosują dawki nieprzekraczające maksymalnych dawek nawożenia azotem dla upraw w plonie głównym, co w przypadku burka cukrowego wynosi 180 kg N/ha, natomiast buraka pastewnego 200 kg N/ha.
- Podane wielkości dotyczą sumy tzw. azotu działającego ze wszystkich źródeł. Azot działający powstaje z sumowania azotu zawartego w nawozach mineralnych oraz azotu zawartego w nawozach naturalnych pomnożonego przez odpowiedni równoważnik nawozowy.

– Na przykład, jeżeli rolnik zastosował pod buraka cukrowego w terminie jesiennym 30 ton obornika od krów wysokomlecznych (pow. 8 tys. litrów mleka na rok) utrzymywanych w systemie na ściółce płytkiej to w nawozach mineralnych może maksymalne zastosować 144 kg N (odpowiednie dane można znaleźć w załącznikach do rozporządzeń).

$$Nmax = 180 \text{ kg N} - 30 \text{ t} \times 4{,}0 \text{ kg N} \times 0{,}3 = 144 \text{ kg N}$$

Nmax – maksymalna dawka azotu w nawozach mineralnych,
180 kg N – maksymalna ilość azotu działającego ze wszystkich źródeł dla uprawy buraka cukrowego,
30 t – dawka obornika t/ha,
4,0 kg N – ilość azotu zawarta w tonie obornika od krów wysokomlecznych utrzymywanych w systemie na ściółce płytkiej,
0,3 – równoważnik azotowy dla obornika stosowanego jesienią
30 t × 4,0 kg N × 0,3 – azot działający z obornika (36 kg).

W tym miejscu należy podkreślić, że na OSN, oprócz ww. wytycznych, obowiązują także wszystkie inne przepisy dotyczące stosowania nawozów na terenach poza granicami OSN.

IV. DOBÓR ODMIAN

Dr hab. Jacek Piszczek, dr Jerzy Siódmiak

Bardzo ważnym elementem w strategii integrowanej ochrony buraka jest prawidłowy dobór odmiany. Najważniejszym źródłem informacji o odmianach buraka cukrowego są wyniki badań prowadzonych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). W kilkunastu stacjach i zakładach doświadczalnych oceny odmian (SDOO, ZDOO) prowadzone są badania nowych rodów hodowlanych, z których najlepsze, już jako odmiany, są wpisywane do krajowego rejestru. Rok rocznie COBORU publikuje „Listę odmian rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce", na której podane są wszystkie odmiany buraka, aktualnie w nim umieszczone. Obecnie (druga połowa 2012) w krajowym rejestrze znajduje się ponad 80 odmian buraka cukrowego (Lista opisowa odmian, COBORU 2012).

Jednocześnie COBORU prowadzi badania wybranej przez przedstawicieli przemysłu cukrowniczego grupy odmian w ramach doświadczeń porejestrowych i rolniczych (PDOiR). Zasiewy doświadczalne chronione są w sposób podobny jak plantacje produkcyjne, tzn. w miarę potrzeby przy użyciu insektycydów oraz fungicydów. Jednak w kilku doświadczeniach zlokalizowanych w warunkach zwykle dużego zagrożenia przez chwościka, nie stosuje się ochrony fungicydowej. Celem tych doświadczeń jest wytypowanie odmian bardziej odpornych, nie reagujących dużym spadkiem plonu i jakości technologicznej korzeni w warunkach silnej presji grzybowych chorób liści.

W praktyce corocznie plantatorzy mają do dyspozycji listę kilkunastu, niekiedy kilkudziesięciu odmian wybranych przez Komisję Wspólną Związku Plantatorów Buraka Cukrowego i przedstawicieli poszczególnych koncernów cukrowych. Odmiany wytypowane do uprawy w danym sezonie zwykle pochodzą z wszystkich firm hodowlanych buraka działających na polskim rynku i w ich wyborze znaczącą rolę odgrywają wyniki uzyskane przez COBORU w badaniach rejestrowych i PDOiR. Możliwe jest też wysiewanie odmian znajdujących się na liście europejskiej (w katalogu unijnym – CCA), jednak ilości nasion takich odmian są nieznaczne.

Wszystkie nowo rejestrowane odmiany buraka odznaczają się bardzo dobrą zdolnością plonotwórczą. Jednocześnie obserwuje się znaczący postęp w zakresie hodowli odpornościowej. Coraz więcej rejestrowanych odmian posiada jedną, dwie a nawet trzy odporności. Odpornymi nazywamy takie rośliny, które nie podlegają infekcjom przez patogeny, tzn. mimo kontaktu patogena z rośliną ten pierwszy nie jest w stanie jej zainfekować (Kryczyński i wsp. 2007). W przypadku buraka dla poszczególnych agrofagów obserwujemy odporność o zróżnicowanym poziomie. Odmiany buraka wykazujące odporność powinny być wysiewane w rejonach i na plantacjach szczególnie zagrożonych występowaniem agrofagów, na które są odporne.

Od kilku lat nieomal wszystkie nowo rejestrowane odmiany buraka są odporne na rizomanię, chorobę wywoływaną przez wirusa BNYVV (patrz rozdział VII). Początkowo odporność odmian na tę wirozę była warunkowana jednym genem – Holly (Rz1). Obecnie hodowcy buraka dysponują kolejnymi genami Rz2 i Rz3, a odmiany posiadające więcej niż jeden gen odporności wykazują wyższą odporność (Litwiniec i wsp. 2011). Obecnie w Polsce przypadki rizomanii zdarzają się jedynie w rejonach, gdzie wysiewane są jeszcze odmiany nieodporne, a wcześniej choroby tej nie obserwowano. Problemem jest pojawienie się w Europie nowego patotypu wirusa BNYVV oznaczonego literą P, który przełamuje odporność uprawianych obecnie odmian. Jak dotąd spotykany jest on we Francji i Wielkiej Brytanii. Do Polski ten patotyp jeszcze nie został zawleczony. Jednak takie zagrożenie istnieje. O wszelkich objawach choroby występujących na plantacjach obsianych odmianami odpornymi należy niezwłocznie informować cukrownie i IOR – PIB.

Jedną z najgroźniejszych chorób buraka jest chwościk (patrz rozdział VII). W ograniczaniu jego szkodliwości bardzo pomocne są odmiany odporne na tego grzyba. Odporność na chwościka jest cechą wielogenową (Skaracis i Biancardi 2000) i dlatego odporność poszczególnych odmian jest zróżnicowana. Trudno się też spodziewać wyhodowania odmian całkowicie odpornych na tego patogena. Niestety, w przypadku odporności na chwościka, im jest ona wyższa, tym zawartość cukru w korzeniach przeważnie jest niższa. Aczkolwiek udało się już wyhodować odmiany, które przy wysokiej odporności na chwościka osiągają zawartość cukru przekraczającą 18% (Holtschulte i wsp. 2010). Takie odmiany figurują również w krajowym rejestrze. Zastosowanie odmian odpornych na chwościka pozwala na większy margines czasowy w stosowaniu zabiegów ochronnych (opóźnienie nie jest tak groźne, jak dla odmian wrażliwych na chorobę) oraz, niekiedy, na możliwość ograniczenia liczby zabiegów ochrony fungicydowej na plantacjach obsianych takimi odmianami. Odmiany hodowane w kierunku odporności na chwościka są także odporne na rizomanię.

Hodowcy deklarują podwyższoną odporność niektórych odmian na takie patogeny jak: Aphanomyces cochlioides (sprawca zgorzeli siewek i zgnilizny korzeni), Rhizoctonia solani (sprawca zgorzeli siewek i zgnilizny korzeni) oraz mączniaka prawdziwego.

Od kilku lat dysponujemy także odmianami odpornymi na bardzo ważnego szkodnika – mątwika burakowego (Heterodera schachtii) (patrz rozdział VIII). Ich plonowanie na polach silnie zasiedlonych przez mątwika jest wysokie i zapewnia dobrą dochodowość uprawy. Na plantacjach, w których zawartość żywych jaj i larw tego szkodnika przekracza 500 sztuk w 50 cm^3 gleby, powinno się uprawiać odmiany należące tylko do tej grupy. Nie jest wskazane uprawianie tych odmian na polach, na których mątwik nie występuje. W warunkach takich część odmian odpornych na mątwika może wykazywać nieco niższe plony. Jednocześnie koszt jednostki siewnej takich nasion jest znacząco wyższy niż nie posiadających tej cechy.

Ważny link: www.coboru.pl

V. INTEGROWANA METODA OGRANICZENIA ZACHWASZCZENIA

Dr inż. Wojciech Miziniak

5.1. Specyfika ochrony buraka cukrowego przed zachwaszczeniem

Uprawy buraka cukrowego są szczególnie narażone na silne oddziaływanie konkurencyjne ze strony chwastów. Związane jest to przede wszystkim z większego zagrożenia dla buraka powodowanego przez występujące zachwaszczenie w porównaniu do jego wpływu na inne rośliny rolnicze. Wzrostowi i rozwojowi chwastów na plantacjach buraka cukrowego sprzyja późny termin siewu, uprawa w szerokich międzyrzędziach oraz wolny wzrost siewek w początkowym okresie wzrostu. Podczas wegetacji roślin uprawnych można wyodrębnić okres, w którym rośliny są szczególnie narażona na silną konkurencję ze strony chwastów. Dla buraka cukrowego krytyczny okres konkurencji występuje pomiędzy kiełkowaniem a 8–9 tygodniem po wschodach. Występowanie chwastów w tym czasie powoduje istotne z ekonomicznego punktu widzenia straty w plonie korzeni buraka cukrowego. Jednak wielkość tych strat uzależniona jest od kilku czynników między innymi: od składu gatunkowego chwastów, ich liczebności oraz od terminu ich wschodów w porównaniu do fazy rozwojowej buraka. Chwasty konkurują z młodymi roślinami buraka o składniki pokarmowe, wodę i światło. O ile konkurencja o składniki pokarmowe i wodę występuje w przypadku ich niedoboru, to rywalizacja o światło w łanie występuje zawsze (Aldrich 1997). W związku z powyższą zależnością, największe zagrożenie dla buraka stanowią chwasty piętra wysokiego, wyrastające ponad łan i silnie zaciemniające roślinę uprawną. Są to między innymi: komosa biała, szarłat szorstki, przytulia czepna, maruna bezwonna oraz samosiewy rzepaku.

5.2. Progi szkodliwości

W integrowanej ochronie roślin istotnym elementem w podejmowaniu decyzji o wyborze metody walki z chwastami są progi szkodliwości. Progi ekonomicznej szkodliwości określa się liczbą lub nasileniem agrofaga – chwastów na jednostce powierzchni lub stopniem ich pokrycia przy której wartość spodziewanej utraty plonu jest równa łącznym kosztom zastosowanych zabiegów ochrony roślin. Ustala się je na podstawie szczegółowych i wieloletnich badań dotyczących wpływu zachwaszczenia ogólnego lub liczby poszczególnych gatunków chwastów na jednostce powierzchni na wielkość plonów rośliny uprawnej. Jednak opracowane progi szkodliwości mają charakter szacunkowy, gdyż brak jest prostej relacji pomiędzy wzrastającą liczbą chwastów a spadkiem plonowania rośliny uprawnej.

W zależności od warunków atmosferycznych występujących w danym roku niewielka liczba chwastów może wpłynąć na obniżenie plonowania na takim samym poziomie jak ich większe nasilenie. W związku z tym, w podejmowaniu decyzji dotyczących metod regulacji zachwaszczenia należy się przede wszystkim kierować krytycznym okresem konkurencji, czyli przedziałem czasowym, w którym chwasty z ekonomicznego punktu widzenia powodują największe straty w plonach buraka cukrowego.

Na podstawie nielicznych krajowych doniesień literaturowych stwierdzono, że próg ekonomicznej szkodliwości chwastów w uprawie buraka cukrowego może znajdować się poniżej 10 szt/m^2 (Woźnica 2008). Jednakże przeprowadzone badania w IOR – PIB w Poznaniu wykazały, że konkurencyjność komosy białej w stosunku do roślin buraka cukrowego w dużej mierze uzależniona jest od warunków wilgotnościowych i może zawierać się w przedziale od 1 do 5 szt/10 m^2. Podobne zdanie wyrazili Schweitzer i Dexter, którzy opracowali progi szkodliwości dla buraka cukrowego w północnej Dakocie (tab. 8).

Tabela 8. Progi szkodliwości dla wybranych gatunków chwastów

Gatunek chwastu	Liczba roślin na 30 m rzędu
Chwastnica jednostronna	10
Gorczyca polna	5
Komosa biała	5
Owies głuchy	15
Psianka czarna	15
Szarłat szorstki	5
Włośnice	5

Natomiast według badań przeprowadzonych przez Winnera (1982) progi szkodliwości opracowane w Austrii są następujące: komosa biała – 1 szt/10m^2, gorczyca polna – 3 szt/10m^2, przytulia czepna – 5 szt/10m^2, żółtlica drobnokwiatowa – 10 szt/10m^2, wyczyniec polny –2szt/10m^2, owies głuchy, perz właściwy –3szt/10m^2.

5.3. Niechemiczne metody redukcji zachwaszczenia

Działania profilaktyczne

Podstawowym źródłem zachwaszczenia pól uprawnych są nasiona chwastów w glebie. Istotną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia odgrywają między inny-

mi wszelkie podjęte czynności zapobiegawcze redukujące rozprzestrzenianie się chwastów. Do tych czynności możemy zaliczyć:

- staranny zbiór roślin przedplonowych (ograniczenie występowania samosiewów zbóż oraz rzepaku),
- utrzymanie maszyn i narzędzi w czystości,
- niedopuszczenie do przenoszenia się chwastów z otoczenia do pól uprawnych,
- stosowanie przefermentowanego obornika (fermentacja gorąca).

Znaczenie płodozmianu

Duże znaczenie w walce z chwastami odgrywa zastosowanie zmianowania roślin. Prawidłowo zastosowany płodozmian norfolski jest zaliczany do głównych środków w walce z chwastami w każdym systemie uprawy (Świętochowski i Tołpa 1950, Adamczewski i Dobrzański 2008). Na podstawie badań prowadzonych w ciągu XX wieku stwierdzono, że rośliny uprawiane w zmianowaniu są w mniejszym stopniu zachwaszczone niż w monokulturze (Duer 1979, Adamiak 2007). Przemienna uprawa roślin uprawnych o zróżnicowanych wymaganiach agrotechnicznych redukuje kompensacje niektórych gatunków chwastów i ogranicza występowanie innych w porównaniu do roślin uprawianych w monokulturach (Duer 1996, Dobrzański i Adamczewski 2008).

Uprawa roślin o właściwościach allelopatycznych.

W ostatnich latach wiele badań prowadzi się nad wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod regulacji zachwaszczenia – wykorzystania zjawiska allelopatii. Jak wskazały dotychczasowe badania uprawa tych roślin w przedplonach buraka cukrowego, w formie międzyplonów lub poplonów ścierniskowych wpływa na redukcje występowania niektórych gatunków chwastów (Adamczewski i Dobrzański 2008, Banaszak i wsp. 1997, Gwiazdowska i inni 2004, Miziniak 2009, Parylak i wsp. 2006). Wykorzystywane są w tym celu rośliny poplonowe takie jak: żyto ozime, rzodkiew oleistą, grykę, gorczycę biała, facelię błękitną. Wymienione rośliny najlepiej jest wysiać w okresie letnio-jesiennym po zbiorze przedplonu i pozostawia się je na okres zimowy w celu wytworzenia mulczu.

Na plantacjach buraka cukrowego opartej o wysiew nasion w mulcz, chemiczne zwalczanie chwastów jest podobne jak w tradycyjnej uprawie, z tą różnicą że do pierwszego zabiegu nalistnego możemy zastosować herbicydy nieselektywne zawierające substancję czynną – glifosat. Zabieg tymi herbicydami wykonywany jest po skiełkowaniu chwastów, ale co najmniej na 3 dni przed kiełkowaniem buraka. Kolejne zabiegi wykonujemy standardowymi herbicydami zarejestrowanymi w tradycyjnej technologii uprawy.

Zabiegi agrotechniczne

W integrowanej ochronie roślin walka z chwastami powinna odbywać się we wszystkich roślinach zmianowania na każdym etapie uprawy roli (podorywka, orka zimowa, uprawa przedsiewna). Prawidłowo wykonane zabiegi agrotechniczne są ważnym elementem przyczyniającym się do zmniejszenia liczby nasion w glebie, jednak tempo tej redukcji uzależnione od gatunku chwastu (Roberts 1970). Według Wilsona (1978) w ciągu jednego roku zabiegi agrotechniczne mogą zredukować populację owsa głuchego na polu nawet o 80%. W świetle ostatnich doniesień pora dnia, w której wykonywane są zabiegi mechaniczne może mieć znaczący wpływ na zachwaszczenie pola. Czynnikiem przerywającym okres spoczynku niektórych gatunków chwastów jest światło dzienne bogate w promienie czerwone. Wystarczy krótki błysk światła (1/1000 sekundy aby przerwać okres spoczynku chwastów reagujących na światło – fotoblastycznie pozytywne (Hartman i Nezadal 1990, Adamczewki 2000). Przeprowadzone badania polowe w Skierniewicach wykazały, że wykonanie zabiegów uprawowych w nocy zmniejszyło zachwaszczenie pola, w terminie od 32–42 dni od ich wykonania w porównaniu do zabiegów przeprowadzonych w ciągu dnia (Dobrzański i Pałczyński 1996).

Zwalczanie mechaniczne

W integrowanej ochronie roślin istotne znaczenie w regulowaniu zachwaszczenia odgrywa mechaniczne niszczenie chwastów w okresie wegetacji roślin okopowych. Metoda ta pomimo powszechnego stosowania herbicydów stanowi w dalszym ciągu ważne narzędzie walki z chwastami a czasami jest jednym skutecznym sposobem ich niszczenia (burakochwasty, ślaz zaniedbany – *Malva neglecta*). W ubiegłym wieku do niszczenia chwastów w uprawach buraka cukrowego stosowano głównie brony (brona chwastownik) oraz bierne narzędzia zaopatrzone w noże kątowe i gęsiostopki. U schyłku XX wieku prowadzono intensywne badania nad mechanicznym zwalczaniem chwastów. Rezultatem tych wieloletnich badań było wprowadzenie nowych rozwiązań technicznych (narzędzi aktywnych) pozwalających na niszczenie chwastów zarówno w międzyrzędziach jak i rzędach roślin uprawnych – pielniki szczotkowe, palcowe oraz szczotkowo –palcowe lub wąsowe (Adamczewski i Dobrzański 2008, Zbytek i Talarczyk 2008). Nowszym narzędziem pozwalającym na niszczenie chwastów w pobliżu rośliny uprawnej jest pielnik torsyjny (torsior weeder). Jednak jak do tej pory możliwości zastosowania tego prostego narzędzia w różnych uprawach rolniczych są jeszcze w trakcie badań. Do znacznie nowszych rozwiązań technicznych można zaliczyć pielnik pneumatyczny, w którym sprężone powietrze wprowadzone do gleby przez otwory w części roboczej pielnika usuwa chwasty w rzędach do głębokości 15–20 mm (Adamczewski i Dobrzański 2008).

5.4. Chemiczne metody ochrony

W integrowanej ochronie roślin stosuje się herbicydy jako uzupełniające narzędzie do walki z chwastami (tab. 9). Główną zaletą ich stosowania jest szybka eliminacja zachwaszczenia oraz bardzo wysoka skuteczność ich działania. Jednak efektywność chemicznych środków uzależniona od kilku czynników: biologii chwastów, dynamiki ich pojawiania się, stopnia zachwaszczenia, oraz umiejętności rozpoznawania poszczególnych gatunków chwastów w najwcześniejszych stadiach rozwojowych.

Tabela 9. Substancje czynne herbicydów stosowanych do zwalczania najważniejszych chwastów w uprawie buraka cukrowego

Gatunek chwastu	**Zwalczanie – substancja czynna herbicydu**
1	2
Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.) Perz właściwy (*Elymus repens* L.)	chletodym, cykloksydym, chizalofop-P-etylowy, chizalofop-P-tefurylu, fluazyfop-P-butylowy, propachizafop
Blekot pospolity (*Aethusa cynapium* L.) Chaber bławatek (*Centaurea cyanus* L.) Ostrożeń polny (*Cirsium arvense* L.)	chlopyralid
Fiołek polny (*Viola arvensis* Murray)	chlorydazon, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, metamitron, triflusulfuron metylowy
Gorczyca polna (*Sinapis arvensis* L.)	chlorydazon, lenacyl, etofumesat + fenmedifam, fenmedifam + desmedifam + etofumesat
Jasnota purpurowa (*Lamium purpureum* L.)	chlorydazon + chinomerak, fenmedifam, etofumesat + metamitron
Komosa biała (*Chenopodium album* L.)	metamitron, triflusulfuron metylowy, fenmedifam + desmedifam, fenmedifam + etofumesat, etofumesat + metamitron, lenacyl, chlorydazon, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, triflusulfuron metylowy
Maruna bezwonna (*Matricaria indora* L.)	chlorydazon, chlopyralid, triflusulfuron metylowy, fenmedifam + desmedifam + etofumesat + lenacyl
Poziewnik szorstki (*Galeopsis tetrahit* L.)	fenmedifam + desmedifam + etofumesat, etofumesat + metamitron
Przytulia czepna (*Galium aparine* L.)	etofumesat, chinomerak, fenmedifam + desmedifam + etofumesat
Psianka czarna (*Solanum nigrum* L.)	lenacyl, metamitron, chlorydazon + chinomerak, etofumesat + fenmedifam, chlopyralid, triflusulfuron metylowy, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, triflusulfuron metylowy

1	2
Rumian polny (*Anthemie arvensis* L.)	chlorydazon, chlopyralid, etofumesat + metamitron, triflusulfuron metylowy
Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* L.)	chlorydazon + chinomerak, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, metamitron, triflusulfuron metylowy
Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.)	lenacyl, chlorydazon, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, metamitron etofumesat + metamitron, triflusulfuron metylowy
Tobołki polne (*Thlaspi arvense* L.)	chlorydazon, fenmedifam + desmedifam + etofumesat, metamitron, etofumesat + metamitron, fenmedifam

Ponadto lokalne znaczenie w uprawie buraka cukrowego mają następujące gatunki chwastów: włośnica sina i zielona, owies głuchy, rdesty (ptasi, powojowy, kolankowy) oraz samosiewy rzepaku.

Skuteczne zwalczanie chwastów za pomocą herbicydów uzależnione jest od następujących czynników:

– terminowego wykonania zabiegu,
– wyboru odpowiednich substancji czynnych do spodziewanego lub występującego, zachwaszczenia oraz do stadium rozwoju chwastów,
– stosowania adiuwantów w niesprzyjających warunkach atmosferycznych.

Z praktycznego punktu widzenia do najważniejszych właściwości herbicydów należy zaliczyć ich spektrum działania oraz sposób pobierania substancji czynnej (tab. 10). Informacje te są niezbędne przy wyborze skutecznego wariantu ochrony buraka cukrowego.

Tabela 10. Sposób działania substancji czynnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego

Substancja czynna herbicydu	**Sposób działania**	
	przez glebę	**przez liście**
Chlopyralid	nie	tak
Chlorydazon	tak	tak
Desmedifam	nie	tak
Etofumesat	tak	nie
Fenmedifam	nie	tak
Lenacyl	tak	nie
Metamitron	tak	tak
S-Metolachlor	tak	nie
Triflusulfuron-metylu	nie	tak
Graminicydy	nie	tak

Obecnie do zwalczania chwastów jedno- i dwuliściennych w uprawie buraka cukrowego zarejestrowanych jest ponad 80 herbicydów opartych na 16 substancjach czynnych. Preparaty te, można stosować przed wschodami rośliny uprawnej (herbicydy nieselektywne, działające poprzez glebę), oraz podczas wegetacji rośliny uprawnej w dawkach maksymalnych, za pomocą dawek dzielonych opartych na dwóch lub trzech zabiegach. Istotą systemu dawek dzielonych jest stosowanie herbicydów w kilku zabiegach zmniejszonymi dawkami środków chemicznych w porównaniu do maksymalnie zalecanych. W systemie tym, termin aplikacji herbicydów określany jest na podstawie fazy rozwojowej chwastów i jest w większości przypadków niezależny od stadium rozwojowego buraka cukrowego. W związku z powyższym o powodzeniu stosowania herbicydów w dużej mierze decyduje termin ich stosowania. Herbicydy w dawkach dzielonych stosujemy, gdy chwasty znajdują się w stadium liścieni do fazy 2 liści właściwych. W praktyce kolejne zabiegi nalistne w zależności od warunków klimatyczno-glebowych wykonuje się w odstępach od 5 do 12 dni. System dawek dzielonych umożliwia stosowanie herbicydów w różnych kombinacjach opartych o gotowe mieszaniny wieloskładnikowe lub w formie mieszanin przygotowywanych samodzielnie bezpośrednio przed zabiegiem. W przypadku gotowej formulacji plantator ma możliwość użycia w jednym zabiegu 4 substancji czynnych herbicydów, natomiast w mieszankach herbicydowych nierzadko 5 substancji. Możliwe jest to w oparciu o zarejestrowane programy zwalczania, w których poszczególne koncerny chemiczne doszły do porozumienia pomiędzy sobą. W związku z szerokim asortymentem herbicydów dopuszczonych do ochrony buraka przed chwastami i sposobami ich stosowania, w niniejszym opracowaniu zamieszczone zostaną dane dotyczące przeglądu substancji czynnych, herbicydów (tab. 4) oraz wrażliwości chwastów na dane substancje czynne (tab. 5). Szczegółowe informacje dotyczące stosowania wymienionych herbicydów oraz możliwości łącznego ich stosowania zamieszczone są na stronach internetowych: www.ior.poznan.pl – Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, www.minrol.gov.pl – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

5.5. Przegląd substancji czynnych stosowanych w buraku cukrowym

Charakterystykę substancji czynnych herbicydów stosowanych w ochronie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11. Charakterystyka substancji czynnych herbicydów stosowanych w ochronie buraka cukrowego

Sustancja czynna herbicydu	Okres połowicznego rozkładu (DT_{50}) – dni	Współczynnik sorpcji (K_{50}) – ml/g	Sposób wnikania do roślin	Sposób działania	Sposób stosowania
1	2	3	4	5	6
REGULATORY WZROSTU					
Chlopyralid	14–56	4–6	liście i korzenie	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY AMINOKWASÓW					
Triflusulfuron metylowy	3	2–77	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY AMINOKWASÓW – inhibitory EPSP					
Glifosat	8–30	1000	poprzez zielone części roślin	nieselektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY LIPIDÓW					
Chletodym	1–3	–	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Cykloksydym	1–12	10–183	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY SYNTEZY LIPIDÓW – pochodne kwasu arylofenoksypropionowego					
Chizalofop-P-etylowy	<1	477	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Chizalofop-P-tefurylu	<1	477	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Propachizafop	15–26	439	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Tepralo-ksydym	1–9	–	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY WZROSTU SIEWEK					
S-Metalachlor	20–90	121–309	kiełki i hipokotyl	Selektywny herbicyd	doglebowo
INHIBITORY WZROSTU SIEWEK – pochodne benzofuranu					
Etofumesat	15–250	97–245	jednoliścienne – pędy dwuliścienne – korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie

1	2	3	4	5	6
INHIBITORY FOTOSYNTEZY – triazinony					
Metamitron	7–70	91–392	korzenie i liście	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTEZY – pochodne uracylu					
Lenacyl	82–150	75–254	korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo lub nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTEZY – pochodne kwasu karbaminowego					
Fenmedifam	25	2400	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
Desmedifam	34	1500	liście	selektywny o działaniu układowym	nalistnie
INHIBITORY FOTOSYNTEZY – pochodne diazyny					
Chlorydazon	42	89–340	korzenie	selektywny o działaniu układowym	doglebowo

5.6. Charakterystyka herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego

5.6.1. Herbicydy nieselektywne

Charakterystykę herbicydów nieselektywnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego zamieszczono w tabeli 12.

Tabela 12. Charakterystyka herbicydów nieselektywnych stosowanych przed wschodami buraka cukrowego

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość s.cz.	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min	max	
Clayton Rhizeup SL	Glifosat	360	–	–	6
Cleaner 360 SL			–	–	6
Dominator 360 SL			–	–	6
Dominator Green 360 SL			–	–	6
Figaro 360 SL			–	–	6
Glifosat Classic 360 SL			–	–	6
Katamaran 360 SL			–	–	6
Marker 360 SL			–	–	6
Realchemie Glifosat 360 SL			–	–	6
Roundup 360 SL			–	–	6
Torinka SL			–	–	6
Roundup TransEnergy 450 SL		450	–	–	1

– w okresie występowania wysokich temperatur w ciągu dnia herbicydy stosować rano lub wieczorem późnym popołudniem

5.6.2. Herbicydy selektywne

Charakterystykę herbicydów selektywnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Charakterystyka herbicydów selektywnych zalecanych do odchwaszczania buraków cukrowych

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min	max	
1	2	3	4	5	6
Forte 430 SC	Chlorydazon	430	-	–	–
Forte 65 WG		650	–	–	–
Pyramin 65 WG			–	do 25	–
Pyramin Turbo 520 SC		520	–	do 25	–
Burakosat 500 SC	Etofumesat	500		do 20	–
Ethofol 500 SC			–	–	–
Ethosat 500 SC			–	–	–
Golden Etho 500 SC			–	–	–
Kemiron Koncentrat 500 SC			–	–	–
Azotop New 80 WP	Lenacyl	80	–	–	–
Buracyl 80 WP			–	–	–
Lenazar 80 WP			–	–	–
Venzar 80 WP			–	–	–
Venzar 500 SC			–	–	–
Dual Gold 960 EC	S – metalachlor	960			
Betamax 160 SC	Fenmedifam	160	12	25	–
Betasana 160 SC			18	22	6
Cliophar 300 SL	Chlopyralid	300	–	–	–
Golden Clopyralid 300 SL			–	–	–
Lontrel 300 SL			-	–	–
Songhai 300 SL			–	–	–
Agrichem Metamitron 70 WG	Metamitron	700	-	–	–
Agro Metamitron 700 SC			10	–	6
Burakomitron 70 WG			–	–	–
Burakomitron 700 SC			–	–	–
Domino 700 SC			10	–	6
Golden MTM 700 SC			10	–	6
Goltix 700 SC			10	–	6
Inter Metamitron 700 SC			–	–	–
Jetix 700 SC			10	–	6
Metafol 700 SC			–	–	–
Samitron 70 WG			–	do 25	6
Tornado 700 SC			–	–	–
Goltix Compact 90 WG		900	10	25	–

1	2	3	4	5	6
Safari 50 WG	Triflusulfuron metylu	50	–	do 20	6
Sylon 50 WG			–	do 20	6
Kosynier 320 SC	Chlorydazon + chinomerak	360 + 60	–	do 25	–
Beetup Compact 160 SC	Fenmedifam + desmedifam	80 + 80	12	25	6
Kemifam Super Koncentrat 320 EC		160 + 160	12	20	6
Safen Compact 160 SC		80 + 80	12	25	6
Sarbeet Duo 180 EC			12	25	6
Bacalon 390 SC	Fenmedifam + etofumesat	200 + 190	12	20	–
Doppler 390 SC			12	20	–
Golden Duo 191 EC		97 + 94	12	25	–
Kontakttwin 191 EC			12	25	–
Powertwin 400 SC		200 + 200	–	do 25	–
Agent 180 EC	Fenmedifam + desmedifam + etofumesat	60 + 60 + 60	12	25	6
Akord 180 OF			12	25	6
Beetup Trio 180 SC			12	20	–
Saherb 180 SC			12	20	–
Agro Pro Super 274 EC	Fenmedifam + desmedifam + etofumesat	91 + 71 + 112	12	20	-
Betanal Elite 274 EC			12	20	–
Betanal MaxxPro 209 OD	Fenmedifam + desmedifam + etofumesat + lenacyl	60 + 47 + 75 + 27	12	20	–
Betanal Quattro 380 SE	Fenmedifam + desmedifam + etofumesat + metamitron	60 + 60 + 60 + 200	12	20	–
Espada 500 SC	Metamitron + etofumesat	350 + 150	10	–	–
Oblix MT 500 SC			10	–	–
Torero 500 SC			10	–	–
Metron Koncentrat 500 SC		400 + 100	10	25	–

5.6.3. Graminicydy

Charakterystykę graminicydów stosownych w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14. Charakterystyka graminicydów zalecanych do odchwaszczania buraków cukrowych

Herbicyd	Substancja czynna	Zawartość substancji czynnej.	Temperatura [°C]		Deszcz po godz.
			min	max	
Agil 100 EC	Propachizafop	100	–	27	1
Galeon 100 EC			–	27	1
Aramo 050 EC	Tepraloksydym	50	–	–	2
Golden Tepra 050EC			–	–	2
Arrow 240 EC	Kletodym	240	–	–	1
Elegant 05 EC	Chizalofop-P-etylu	50	–	27	3
Lampart 05 EC			–	27	3
Leopard Extra 05 EC			–	27	3
Supero 05 EC			–	27	3
Targa 10 EC		100	–	27	3
Targa Super 05 EC		50	–	27	3
Taurus 05 EC			–	27	3
Focus Ultra 100 EC	Cykloksydym	100	–	–	–
Grapan Extra 40 EC	Chizalofop-P-tefurylu	40	–	27	6
Pantera 040 EFC			–	27	6

5.6.4. Wrażliwość chwastów na herbicydy

Wrażliwość chwastów na herbicydy stosowane w uprawie buraka cukrowego przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Wrażliwość chwastów na herbicydy

Substancja czynna	Herbicydy	Chwasty wrażliwe
1	2	3
Glifosat	Clayton Rhizeup SL	Chwasty jednoroczne w dawce do 2 l/ha chwastnica jednostronna, gwiazdnica pospolita, gorczyca polna, miotła zbożowa, przymiotno kanadyjskie, rumian polny, starzec zwyczajny, samosiewy rzepaku, tasznik pospolity, tobołki polne, wiechlina roczna.
	Cleaner 360 SL	
	Dominator 360 SL	
	Dominator Green 360 SL	
	Figaro 360 SL	
	Glifosat Classic 360 SL	
	Katamaran 360 SL	
	Marker 360 SL	
	Realchemie Glifosat 360 SL	
	Roundup 360 SL	
	Torinka SL	
	Roundup TransEnergy 450 SL	

1	2	3
Chlorydazon	Forte 430 SC	dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik perski, rdest plamisty, rdest ptasi, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne;
	Forte 65 WG	
	Pyramin 65 WG	
	Pyramin Turbo 520 SC	
Etofumesat	Burakosat 500 SC	bodziszek drobny, gwiazdnica pospolita, przytulia czepna.
	Ethofol 500 SC	
	Ethosat 500 SC	
	Golden Etho 500 SC	
	Kemiron Koncentrat 500 SC	
Lenacyl	Azotop New 80 WP	fiołek polny, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik perski, rdest powojowy, rumian polny, samosiewy rzepaku, tasznik pospolity.
	Buracyl 80 WP	
	Lenazar 80 WP	
	Venzar 80 WP	
	Venzar 500 SC	
S – metalachlor	Dual Gold 960 EC	Chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, palusznik krwawy, palusznik nitkowaty, wiechlina roczna, wiechlina zwyczajna, włośnica sina, włośnica zielona.
Fenmedifam	Betamax 160 SC	gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, poziewnik szorstki, tobołki polne.
	Betasana 160 SC	
Chlopyralid	Cliophar 300 SL	chaber bławatek, maruna bezwonna, ostrożeń polny, psianka czarna, rdest plamisty, rumian polny, rumianek pospolity, żółtlica drobnokwiatowa
	Golden Clopyralid 300 SL	
	Lontrel 300 SL	
	Songhai 300 SL	
Metamitron	Agrichem Metamitron 70 WG	dymnica pospolita, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik polny, rdest plamisty, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa
	Agro Metamitron 700 SC	
	Burakomitron 70 WG	
	Burakomitron 700 SC	
	Domino 700 SC	
	Golden MTM 700 SC	
	Goltix 700 SC	
	Inter Metamitron 700 SC	
	Jetix 700 SC	
	Metafol 700 SC	
	Samitron 70 WG	
	Tornado 700 SC	
	Goltix Compact 90 WG	
Triflusulfuron metylu	Safari 50 WG	fiołek polny, jasnota różowa, komosa biała, maruna bezwonna, przetacznik perski, psianka czarna, rumian polny, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity.
	Sylon 50 WG	

1	2	3
Chlorydazon + chinomerak	Kosynier 320 SC	dymnica pospolita, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, przetacznik polny, przytulia czepna, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa, rdest powojowy, fiołek polny, przetacznik perski, kurzyślad polny
Fenmedifam + desmedifam	Beetup Compact 160 SC	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota różowa, komosa biała, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne
	Kemifam Super Koncentrat 320 EC	
	Safen Compact 160 SC	
	Sarbeet Duo 180 EC	
Fenmedifam + etofumesat	Bacalon 390 SC	bieluń dziędzierzawa, dymnica pospolita, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, poziewnik szorstki, przytulia czepna, psianka czarna, pokrzywa żegawka, przetaczniki, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice
	Doppler 390 SC	
	Golden Duo 191 EC	
	Kontakttwin 191 EC	
Fenmedifam 60 + desmedifam 60 + etofumesat 60	Agent 180 EC	bieluń dziędzierzawa, dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, poziewnik szorstki, przetaczniki, przytulia czepna, psianka czarna, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa.
	Akord 180 OF	
	Beetup Trio 180 SC	
	Saherb 180 SC	
Fenmedifam 91 + desmedifam 71 + etofumesat 112	Agro Pro Super 274 EC	bieluń dziędzierzawa, dymnica pospolita, fiołek polny, gorczyca polna, komosy, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, pokrzywa żegawka, poziewnik szorstki, przetaczniki, przytulia czepna, psianka czarna, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szarłat szorstki, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice.
	Betanal Elite 274 EC	
Fenmedifam 60 + desmedifam 47 + etofumesat 75 + lenacyl 27	Betanal MaxxPro 209 OD	fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, maruna, bezwonna, mlecz polny, przetacznik perski, przytulia czepna, psianka czarna, rdest plamisty, rumian polny, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlica drobnokwiatowa.
Fenmedifam 60 + desmedifam 60 + etofumesat 60 + metamitron 200	Betanal Quattro 380 SE	bodziszek drobny, fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnoty, komosa biała, przytulia czepna, rumian polny, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tobołki polne,

1	2	3
Metamitron + etofumesat	Espada 500 SC	fiołek polny, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota, różowa, komosa biała, kurzyślad polny, przetacznik perski, przytulia czepna, psianka czarna, rdest plamisty, rdest powojowy, szarłat szorstki, tobołki polne.
	Oblix MT 500 SC	
	Torero 500 SC	
	Metron Koncentrat 500 SC	
Fenmedifam + etofumesat	Bacalon 390 SC	bieluń dziędzierzawa, dymnica pospolita, gorczyca polna, komosa biała, łoboda rozłożysta, maki, mlecz zwyczajny, niezapominajka polna, poziewnik szorstki, przytulia czepna, psianka czarna, pokrzywa żegawka, przetaczniki, rzodkiew świrzepa, starzec zwyczajny, szczyr roczny, tasznik pospolity, tobołki polne, żółtlice
	Doppler 390 SC	
	Golden Duo 191 EC	
	Kontakttwin 191 EC	
	Powertwin 400 SC	
Fenmedifam + desmedifam	Beetup Compact 160 SC	gorczyca polna, gwiazdnica pospolita, jasnota purpurowa, jasnota, różowa, komosa biała, szarłat szorstki, tasznik pospolity, tobołki polne.
	Kemifam Super Koncentrat 320 EC	
	Safen Compact 160 SC	
	Sarbeet Duo 180 EC	
Chletodym	Arrow 240 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, perz właściwy, samosiewy zbóż
Cykloksydym	Focus Ultra 100 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, samosiewy zbóż, włośnica sina, włośnica zielona perz właściwy.
Chizalofop-P-etylowy	Elegant 05 EC	samosiewy zbóż, chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, włośnica sina, włośnica zielona, wyczyniec polny, życice, perz właściwy, wiechlina zwyczajna
	Lampart 05 EC	
	Leopard Extra 05 EC	
	Supero 05 EC	
	Targa 10 EC	
	Targa Super 05 EC	
	Taurus 05 EC	
Chizalofop-P-tefurylu	Grapan Extra 40 EC	chwastnica jednostronna, paluszniki, włośnica sina, włośnica zielona, samosiewy zbóż w rzepaku ozimym, miotła zbożowa, owies głuchy, stokłosy, wyczyniec polny, perz właściwy
	Pantera 040 EFC	
Propachizafop	Agil 100 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, perz właściwy, samosiewy zbóż, włośnica sina, włośnica zielona, wyczyniec polny, życice.
	Galeon 100 EC	
Tepraloksydym	Aramo 050 EC	chwastnica jednostronna, miotła zbożowa, owies głuchy, palusznik krwawy, samosiewy zbóż, włośnica zielona, włośnica sina, wyczyniec polny, życice, perz właściwy, wiechlina roczna.
	Golden Tepra 050EC	

5.7. Dobór substancji czynnych

W ochronie buraka cukrowego przed zachwaszczeniem decydującą rolę odgrywa umiejętny dobór substancji czynnej herbicydu dostosowany do fazy rozwojowej chwastów (tab. 16).

Tabela 16. Dobór substancji czynnej herbicydów do zwalczania niektórych gatunków chwastów w uprawie buraka cukrowego

Chwasty	Substancja czynna herbicydu
Rumian polny	chlorydazon (stadium kiełkowania), chlopyralid (do stadium rozety)
Rumianek pospolity	chlopyralid (do stadium rozety)
Maruna bezwonna	chlorydazon (stadium kiełkowania), triflusulfuron metylowy (stadium liścieni do 2 liści właściwych), chlopyralid (do stadium rozety)
Samosiewy rzepaku	metamitron – doglebowo, kiełkowanie chwastu, triflusulfuron metylowy – liścienie, para liści

5.8. Zwalczanie chwastów jednoliściennych

Pomimo, iż niektóre substancje czynne herbicydów wykazują biologiczną skuteczność w stosunku do chwastów jednoliściennych jednorocznych (etofumesat, lenacyl), to w praktyce zachodzi konieczność zastosowania specyficznych środków zwalczających chwasty jednoliścienne. Graminicydy są całkowicie selektywne w fazie 2 liści właściwych buraka cukrowego (wcześniejszy zabieg może powodować hamowanie wzrostu buraka (Praczyk 2003). Skuteczne działanie tych herbicydów warunkuje wykonywanie zabiegów ochronnych w ściśle określonym terminie (dla chwastów jednorocznych – stadium 2–4 liści, dla perzu właściwego faza od 4 do 6 liści – 15–20 cm wysokości). Graminicydy stosuje się do momentu zakrycia nie więcej niż 50% międzyrzędzi przez rośliny buraka cukrowego.

5.9. Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami

Większość herbicydów w uprawie buraka cukrowego stosujemy w formie zabiegów nalistnych. Uzyskanie wysokiej skuteczności tych zabiegów uzależnione jest od: rodzaju i dawki herbicydu, gatunku chwastu i jego fazy rozwojowej, warunków klimatycznych oraz od jakości wody wykorzystywanej do sporządzenia cieczy użytkowej. Polepszenie ich efektywności możemy uzyskać poprzez zastosowanie herbicydów łącznie adiuwantami. Dodatek do cieczy opryskowej herbicydów, adiuwantów wpływa na:

– obniżenie napięcia powierzchniowego cieczy użytkowej, dzięki czemu następuje lepsze zwilżenie powierzchni opryskiwanych roślin,
– zwiększenie ilości pobranej substancji czynnej,

– neutralizowanie antagonistycznych dla działania herbicydu jonów obecnych w wodzie służącej do sporządzenia cieczy roboczej.

Stosowanie adiuwantów jest szczególnie korzystne w niesprzyjających warunkach klimatycznych (susza), oraz w zwalczaniu chwastów średnio wrażliwych na daną substancję czynną. Natomiast w sprzyjających warunkach klimatycznych łączne stosowanie tych środków pozwala zredukować dawkę herbicydu o 25% bez utraty efektywności zwalczania chwastów. Szczegółowe informacje odnośnie możliwości łącznego stosowania herbicydów z adiuwantami znajdują się w etykietach środków ochrony roślin.

5.10. Zwalczanie chwastów za pomocą mikrodawek

W ostatnich latach prowadzone są badania dotyczące możliwości zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego za pomocą herbicydów stosowanych w mikrodawkach. Istotą tego systemu jest obniżenie dawki herbicydu (lub mieszanki herbicydowej) stosowanych łącznie wraz z adiuwantem. W mieszankach herbicydowych wykorzystuje się kilka uzupełniających się substancji czynnych zwykle (fenmedifam, desmedifam, etofumesat, chlopyralid oraz triflusulfuron metylowy) stosowanym zwykle z adiuwantem (Woźnica i wsp. 2007). Zabiegi herbicydowe wykonuje się na pojawiające się chwasty w fazie liścieni co zwykle następuje w odstępie od 6 do 10 dni po uprzednio wykonanym zabiegu. W systemie tym w sezonie wegetacyjnym sumarycznie wykonuje się większą ilość zabiegów herbicydowych, natomiast zaletą stosowania mikrodawek jest znaczna redukcja kosztów poniesionych na ochronę plantacji buraków cukrowych oraz ograniczenie ujemnych skutków intensyfikacji na środowisko naturalne (Krawczyk i wsp. 2007).

5.11. Integracja metod zwalczania

Walka z chwastami w integrowanej metodzie zwalczania chwastów powinna polegać nie tylko na likwidowaniu bezpośredniego ich zagrożenia ale również wykorzystaniu wszelkich metod zapobiegawczych. Według licznych autorów powinna w integrowanych metodach zapobiegania zachwaszczeniu być przyjęta zasada ciągłej walki z chwastami we wszystkich ogniwach zmianowania z uwzględnieniem zalecanych metod oraz ochrony środowiska (Dobrzański i Adamczewski 2008).

5.12. Zachwaszczenie wtórne

Plantacje buraków cukrowych po skończonym chemicznym zwalczaniu chwastów, a przed zwarciem międzyrzędzi narażone są na wystąpienie zachwaszczenia wtórnego. Powoduje ono na plantacji buraków cukrowych straty plonu korzeni i cukru, utrudnia zbiór buraków cukrowych, obniża jakość dostarczanego surowca oraz dostarcza do gleby nowy zapas nasion.

Zachwaszczenie wtórne uzależnione jest od następujących czynników:
– sezonowości pojawiania się poszczególnych gatunków chwastów (długość dnia),
– niskiego poziomu agrotechniki,
– wprowadzenia zredukowanej uprawy gleby,
– warunków atmosferycznych (intensywne opady, susza, niskie temperatury),
– od opóźnienia terminu wykonania zabiegów herbicydowych.

Przeciwdziałanie zachwaszczeniu wtórnemu możliwe jest przez:
– precyzyjna agrotechnika (uprawa gleby, siew i nawożenie),
– przedplon – motylkowe, zboża, ziemniaki w których zapewniono wysoki poziom zwalczania chwastów,
– zwiększenie dawki herbicydu w ostatnim zabiegu,
– dodatkowy zabieg nalistny,
– dodatek do stosowanych programów zwalczania substancji czynnych herbicydów działających poprzez glebę.

5.13. Metody ograniczenia zjawiska odporności chwastów na herbicydy

Powszechne stosowanie herbicydów oraz wprowadzone uproszczenia w zmianowaniu, uprawie roli oraz pielęgnacji mechanicznej przyczyniły się do nagromadzenia w uprawach rolniczych chwastów odpornych w obrębie gatunku dotychczas uznawanego za wrażliwy na daną substancję czynną herbicydu. Tempo i trwałość tego procesu zależy od częstotliwości stosowania herbicydów należących do tych samych grup chemicznych (Woźnica 2008). Jak dotychczas na terenie Polski nie stwierdzono biotypów chwastów odpornych na działanie substancji czynnych herbicydów stosowanych w uprawie buraka cukrowego. Do grup chemicznych szczególnie narażonych na proces uodparniania się chwastów ze względu na powszechność stosowania w uprawach rolniczych w tym także w buraku cukrowym należą herbicydy sulfonylomocznikowe oraz graminicydy.

Zmniejszenia ryzyka powstania odporności chwastów na herbicydy można osiągnąć poprzez:
– rotację upraw,
– ograniczenie liczby zabiegów wykonywanych takim samym herbicydem lub innym o podobnym mechanizmie działania na chwasty,
– stosowanie mieszanin herbicydów o różnych mechanizmach działania,
– stosowanie herbicydów na chwasty w okresie ich największej wrażliwości,
– stosowanie herbicydów w dawkach gwarantujących całkowite zniszczenie chwastów,
– w przypadku obniżenia dawek dodawanie adiuwantów,
– uwzględnienie w systemie zwalczania chwastów zabiegów mechanicznych,
– stosowanie herbicydów nieselektywnych przed wschodami rośliny uprawnej,
– zwalczanie chwastów pozostałych na polu po zastosowaniu metody chemicznej.

VI. BURAKOCHWASTY

Dr hab. Jacek Piszczek

Burakochwasty są to mieszańce powstałe ze skrzyżowania buraka cukrowego z dzikimi, jednorocznymi gatunkami buraka: *Beta macrocarpa* lub *Beta maritima*. Gatunki te występują na południu Europy w basenie Morza Śródziemnego, gdzie jest prowadzona reprodukcja nasiona buraka cukrowego przez wszystkie firmy hodowlane. Mieszańce są roślinami jednorocznymi, zakwitającymi i wytwarzającymi nasiona już w pierwszym roku wegetacji (Jassem 1993). Osypujące się nasiona (nawet do 9 tyś. z jednej rośliny) mogą zachować zdolność kiełkowania przez kilkanaście lat i są zagrożeniem dla plantacji buraka sianych na danym polu, bowiem będą kiełkowały i tworzyły rośliny nasienne. Mimo bardzo ostrej kontroli, niekiedy nasiona takich mieszańców dostają się do partii handlowych buraka cukrowego, stanowiąc pierwotne źródło burakochwastów na plantacjach buraka.

Typowe burakochwasty charakteryzują się cienkim korzeniem głównym, z którego wyrasta duża liczba korzeni bocznych, często rosnących prostopadle do osi korzenia głównego. Tworzą zwykle wiele, mocno rozgałęzionych pędów kwiatowych wyrastających bezpośrednio z głowy korzenia. Wchodzą one szybko w okres kwitnienia, nawet już pod koniec czerwca, a ich kwiaty wydzielają charakterystyczny, słodkawy zapach. Często na łodygach pędów nasiennych, w kątach liściowych i miejscach wyrastania pędów bocznych można zaobserwować czerwone lub czerwonofioletowe przebarwienia. Cechy te nie muszą być obserwowane na każdej tego typu roślinie. Zależy to od dominacji poszczególnych cech odziedziczonych po roślinach ojcowskich i matecznych materiałów hodowlanych. Korzenie, od opisanych powyżej typowych dla burakochwastów, poprzez różne formy pośrednie, mogą także niczym nie odbiegać kształtem od typowych korzeni buraków. Podobnie, nie zawsze występują antocjanowe przebarwienia na pędach nasiennych. W zależności od panującej pogody pierwsze nasiona (zawsze są to kłębki wielonasienne) zaczynają dojrzewać już pod koniec lipca. Dojrzałe, w skutek działania różnych czynników atmosferycznych (deszcz, silny wiatr) zaczynają się osypywać. Mimo zniszczenia części z nich przez zwierzęta i mikroorganizmy glebowe, duża ich część pozostanie żywotna, nawet 18 lat!

Burakochwasty kiełkujące w innych uprawach niż burak cukrowy nie stanowią żadnego zagrożenia, gdyż są skutecznie niszczone przez herbicydy. Natomiast w burakach rosną zarówno w rzędach jak i poza nimi. Póki roślin takich jest mało lub gdy plantacja nie jest zbyt duża obszarowo, nie sprawia to większego kłopotu. Znacznie większym problemem jest ich usuniecie z plantacji wielkoobszarowej, szczególnie gdy burakochwastów pojawi się dużo. Dalsze pozostawianie ich w polu będzie tylko wzmagało to niekorzystne zjawisko. Burakochwasty znacznie utrudniają zbiór korzeni. Pędy nasienne są zdrewniałe, trudne do obcięcia, mogą

utrudniać pracę elementów czyszczących kombajnów buraczanych i powodować znaczący wzrost zanieczyszczeń.

Ważne jest, by nie dopuścić do wytworzenia i osypania się nasion. Jedynym ze sposobów pozbycia się burakochwastów z plantacji jest ich ręczne usunięcie. O ile wyrywane są rośliny młode, można pozostawić je w polu, uważając na to, by uniemożliwić im ponowne zakorzenienie się. Dobre efekty daje również wycięcie takich roślin znacznie poniżej rozety liściowej, aby uniemożliwić roślinie jej odtworzenie. Takie działania najlepiej podjąć tuż przed zwarciem międzyrzędzi (BBCH 39), kiedy burakochwasty są już dobrze widoczne. W późniejszym okresie muszą zostać wyrwane i usunięte z pola. Pamiętać należy, że nie wolno obłamywać pędów nasiennych! Burakochwasty szybko wykształcą kolejne, które często wykazują tendencję do płożenia się przy glebie, co znacznie utrudnia ich dostrzeżenie.

Burakochwasty można niszczyć także przy pomocy herbicydów totalnych, nanosząc je przy pomocy mazaków, ręcznych lub podwieszonych na ciągniku. W takim przypadku mazaki muszą być ustawione powyżej powierzchni liści buraków cukrowych a herbicyd nanoszony jest na wystające ponad nimi pędy nasienne (Longden i wsp. 2002).

Burakochwastów nie należy mylić z pośpiechami. Pośpiechy wytwarzają silny, pojedynczy pęd nasienny, który nie zakwita (jeżeli, to kwitnie bardzo późno) i nie wytwarza nasion. Pośpiechowatość jest skutkiem wystąpienia w fazie wschodów silnych przymrozków i jarowizacji roślin buraka. Jest to obecnie zjawisko występujące bardzo rzadko, ponieważ wszystkie hodowle znacząco obniżyły podatność swoich materiałów na jarowizację.

Źródłem roślin nasiennych na plantacjach mogą być także drobne korzenie buraka, które pozostały w miejscach formowania jesienią pryzm i przezimowały.

VII. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB BURAKA

Dr hab. Jacek Piszczek, Dr hab. Ewa Moliszewska

7.1. Wprowadzenie

Elementy integrowanej ochrony buraka przed chorobami były i są sukcesywnie wprowadzane przez okres ostatnich kilkudziesięciu lat. Jest to podyktowane zapotrzebowaniem przemysłu cukrowniczego na surowiec zdrowy, o wysokiej zawartości cukru i jednocześnie o niskiej zawartości melasotworów. Zapobieganie występowaniu chorób i prawidłowa ochrona buraka przed nimi stanowi jeden z podstawowych warunków uzyskania korzeni buraka o takich cechach, a jednocześnie wysokiej dochodowości i opłacalności uprawy dla plantatora. Służby surowcowe cukrowni od lat prowadzą stały monitoring stanu zdrowotności roślin na plantacjach i powiadamiają plantatorów o pojawiającym się zagrożeniu w danym rejonie produkcji. Informacje takie przesyłane są obecnie jako wiadomość SMS-owa oraz umieszczane na internetowych stronach plantatorskich poszczególnych koncernów, co ogromnie przyspieszyło ich przepływ pomiędzy cukrownią a plantatorem. Ostrzeżenia są sygnałem dla rolników do rozpoczęcia systematycznego lustrowania plantacji i na tej podstawie wykonania zabiegów ochronnych w momencie do tego najodpowiedniejszym. Dotyczy to przede wszystkim najgroźniejszej choroby buraka – chwościka.

System integrowanej ochrony roślin przed chorobami oparty jest na wykorzystywaniu i współdziałaniu wszystkich metod służących zapobieganiu występowania i ograniczających ich rozwój. Przede wszystkim wykorzystuje się w nim wszystkie metody niechemiczne, obejmujące prawidłową agrotechnikę oraz uprawę odmian odpornych na choroby. Dobrze rozwijające się rośliny w warunkach sprzyjających ich wzrostowi w pełni wykorzystują swój potencjał biologiczny, wytwarzają naturalne bariery obronne przed patogenami i są mniej podatne na ich działanie. Metody chemiczne w systemie ochrony integrowanej są rozwiązaniem stosowanym dopiero w sytuacjach, kiedy inne działania okazują się być mało skuteczne. Podstawą do wykonania zabiegu ochronnego jest umiejętność rozpoznawania sprawców choroby, znajomość biologii i warunków sprzyjających ich rozwojowi, a także, o ile takie są wyznaczone, znajomość progu szkodliwości.

Znaczenie poszczególnych chorób w uprawie buraka cukrowego jest zróżnicowane (tab. 17) i uzależnione od szeregu czynników, z których najważniejszym jest pogoda (tab. 18). W warunkach Polski najważniejszą chorobą buraka jest chwościk, który wywołuje największe szkody gospodarcze (Piszczek 2010). W pozostałych przypadkach chorób można mówić o zagrożeniach lokalnych i bardzo

rzadko dochodzi do znaczącego ich rozwoju. Choroby gnilne występujące na wyrośniętych korzeniach zwykle są wypadkową presji chorobowej występującej od wschodów, warunków klimatyczno-siedliskowych oraz indywidualnej odporności odmian (Maliszewska 2009). Podstawowe informacje dotyczące charakterystycznych cech pozwalających na rozpoznanie poszczególnych chorób zestawiono w tabeli 19.

Tabela 17. Znaczenie gospodarcze chorób buraka cukrowego w Polsce

Choroba	**Znaczenie gospodarcze**
1	2
CHOROBY SIEWEK	
Zgorzel przedwschodowa siewek – *Pythium ultimum* Trow; *Pythium irregulare* Buisman, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp., *Pythium* spp. Pringsh.	–
Zgorzel siewek – *Aphanomyces cochlioides* Drechsler – nitkowatość korzeni buraka	++
Zgorzel siewek – *Phoma betae* Frank (*Pleospora betae* A.B. Frank) – zgorzel siewek typu czarna nóżka	–
Zgorzel siewek – *Rhizoctonia solani* Kühn [Thanatephorus cucumeris (A.B. Frank) Donk], *Rhizoctonia* spp. DC.	+
CHOROBY LIŚCI	
Bakteryjna plamistość liści – *Pseudomonas syringae* var. *aptata*	+
Mączniak rzekomy buraka – *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr f. sp. *betae* Byford [synonim *P. schachtii* Fuckel]	+
Brunatna plamistość liści – *Ramularia beticola* Fautrey & Lambotte	++
Plamik liściowy – *Phoma betae* A.B. Frank.	–
Mączniak prawdziwy buraka – *Erysiphe betae* (Vaňha) Weltzien [synonim *Erysiphe polygoni* DC.]	++
Rdza buraka – *Uromyces betae* (Pers.) J.G. Kühn	–
Chwościk buraka – *Cercospora beticola* Sacc.	+++
Alternarioza – *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.	–
CHOROBY KORZENI	
Werticilioza buraka – *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold	–
Guzowatość korzeni buraka – *Rhizobium radiobacter* (Beijerinck & van Delden) Young *et al.*	–
Parch pasowy i parch zwykły – *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman & Henrici, *Streptomyces* spp. Waksman & Henrici	–

1	2
Zgnilizna brunatna korzenia – *Rhizoctonia solani* Kühn [stadium płciowe *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk]	++
Zgnilizna fioletowa – *Rhizoctonia violacea* Tul. & C. Tul. [stadium płciowe *Helicobasidium purpureum* (Tul.) Pat.]	–
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia – *Aphanomyces cochlioides* Drech.	++
Fuzarioza – *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium* spp. Link	+
Zgnilizna kopcowa – *Rhizopus arrhizus* Fisher	–
CHOROBY WIRUSOWE	
Rizomania – wirus nekrotycznego żółknięcia nerwów liści buraka BNYVV	+
Mozaika wirusowa – wirus mozaiki buraka BtMV	+
Żółtaczka wirusowa buraka – wirus żółtaczki buraka BYV	+
Łagodna żółtaczka wirusowa buraka – wirus żółtaczki buraka BYV	+
Kędzierzawka płaszczyńcowa – wirus kędzierzawki płaszczyńcowej buraka BLCV	–

+ choroba o znaczeniu lokalnym; ++ choroba ważna; +++ choroba bardzo ważna;
– choroba bez znaczenia

Tabela 18. Orientacyjne warunki sprzyjające rozwojowi wybranych patogenów buraka

Choroba	**Temperatura [°C]**		**Deszcz (wilgoć)**	**Nasłonecznienie**
	dzień	**noc**		
Zgorzel przedwschodowa siewek	gleba do 15		wysoka	–
Zgorzel siewek	gleba 20–30		wysoka	–
Bakteryjna plamistość liści	niska		intensywne	pochmurno
Mączniak rzekomy buraka	do 15		wysoka	pochmurno
Brunatna plamistość liści	17–20		wysoka	–
Mączniak prawdziwy buraka	20–30		sucho	słonecznie
Chwościk buraka	25–30	>15	wysoka	6 godzinne okresy
Zgnilizna brunatna korzenia	gleba 20–30		wysoka	–
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia	gleba 20–30		wysoka	–

Tabela 19. Cechy diagnostyczne ważniejszych chorób buraka cukrowego

Choroba	Cechy diagnostyczne
1	2
Zgorzel przedwschodowa siewek – *Pythium ultimum*, *P. irregulare*, *P. aphanidermatum*	Patogeny porażają w najwcześniejszych fazach rozwoju buraka, uszkodzeniom ulegają kiełki i rośliny w stadium liścieni. Chorobie sprzyjają niskie temperatury, zaskorupienie gleby, zbyt głęboki siew, opady. Jedynie *P. aphanidermatum* chętniej rozwija się przy wyższych temperaturach, stąd możliwe jest jego występowanie także w późniejszych fazach rozwojowych buraka. Z plam gnilnych rozwijających się na korzeniach starszych roślin izoluje się także pozostałe *Pythium* spp. Efektem wystąpienia zgorzeli przedwschodowej są ubytki w obsadzie. Choroba może występować placowo. Ze względu na powszechne zaprawianie nasion, zgorzel przedwschodowa nie stanowi istotnego problemu. (fot. 11)
Zgorzel siewek – *Aphanomyces cochlioides*	W stadium wyrośniętej siewki lub młodej rośliny (1–2 pary liści właściwych) pojawiają się wodniste, brązowawe ściemnienia na hypokotylu, który następnie czernieje. Hypokotyl traci turgor, siewka „kładzie się" na powierzchni gleby i zasycha. W przypadku porażenia rośliny z wykształconą pierwszą i kolejnymi parami liści, uszkodzona tkanka twórcza czernieje i dochodzi do powstania charakterystycznego przewężenia pod rozetą liściową, a objawy chorobowe często obejmują także nasady liścieni. Zdrowa pozostaje jedynie pierwotna wiązka przewodząca, która utrzymuje rozwijającą się rozetę liściową do momentu, w którym obłamuje się ona na skutek własnego ciężaru. W przypadku suszy tak porażone rośliny zasychają. Moment obłamywania się lub zasychania rozet liściowych jest znacznie opóźniony w stosunku do momentu infekcji i rozwoju choroby na danej roślinie. Niekiedy chore rośliny przeżywają i wtedy w górnej części korzenia obserwowane jest wyraźne przewężenie. Choroba zazwyczaj pojawia się w czasie, gdy nie występuje już ochronne działanie fungicydów zawartych w otoczce. Sprzyja jej zbyt częste występowanie buraka w płodozmianie. Zazwyczaj też wczesny kontakt rośliny z patogenem może zaowocować rozwojem zgnilizny korzenia w późniejszych stadiach rozwojowych buraka (zgnilizna wierzchołkowa). (fot. 12)
Zgorzel siewek – *R. solani*, *Rhizoctonia* spp.	Hypokotyl porażonych siewek początkowo brązowieje, następnie brunatnieje, a porażona roślina przewraca się. Zmiany chorobowe mogą obejmować korzeń, hypokotyl lub mogą rozciągać się na obu tych częściach siewki. Część siewek wykazuje obecność brązowawych plamek na korzonku. Grzyb występuje w wielu formach, spośród których tylko niektóre mogą porażać buraka. Zwykle na siewkach rozwijają się inne formy aniżeli na roślinach wyrośniętych. W niektórych przypadkach możliwe jest spowolnienie rozwoju siewek, bez widocznych objawów chorobowych w postaci plam, co następuje na skutek obecności patogena w glebie. Zmiany chorobowe początkowo obejmują hipokotyl, w końcu cała roślina ciemnieje i zasycha. (fot. 13)

Fot. 11. Kiełki buraka zniszczone w momencie kiełkowania przez patogeny glebowe z rodzaju *Pythium*

Fot. 12. Zgorzel siewek wywołana przez *A.cochlioides* – zniszczona część podliścieniowa rośliny

Fot. 13. Objawy zgorzeli siewek wywołanej przez *R. solani*

Fot. 14. Rośliny buraka z objawami bakteryjnej plamistości liści – *P. syringae* var. *aptata*

1	2
Bakteryjna plamistość liści – *Pseudomonas syringae* var. *aptata*	Początkowo pojawia się nekroza na brzegu blaszki liściowej. W miarę rozwoju choroby objawy postępują w głąb blaszki liściowej wzdłuż wiązek przewodzących. Niekiedy obejmują znaczną część powierzchni liścia i sięgają aż do głównego nerwu. Na powierzchni liścia, pomiędzy nerwami pojawiają się przyżółcenia oraz plamistości o bardzo zróżnicowanych kształtach, od niewielkich, nieomal kolistych do dużych i niekształtnych. Plamy są brunatno zabarwione, niekiedy otoczone lekko czerwieniejącą lub brunatną obwódką (duże podobieństwo do plamistości powodowanych przez chwościka lub brunatną plamistość liści). Tkanka wewnątrz plam jest wilgotna i sprawia wrażenie gnijącej. Fragmenty blaszki zniszczone przez bakterie w późniejszym okresie czasu wykruszają się, co prowadzi do zmian w jej kształcie. (fot. 14)
Mączniak rzekomy – *Peronospora farinosa* f. sp. *betae*	W pierwszej kolejności porażane są liście sercowe i środkowe. Zmieniają kolor na jasnozielony, stają się mięsiste, kruche i ograniczone w rozwoju. Niekiedy następuje ich silna deformacja, a cały liść nabiera lirowatego kształtu. Rozwijająca się grzybnia tworzy fioletowawy nalot. Chore fragmenty liści brązowieją, a w przypadku wysokiej wilgotności ulegają czernieniu i gniciu. (fot. 15)
Brunatna plamistość liści – *Ramularia beticola*	Początkowo na najstarszych, a potem na kolejnych okółkach liści, pojawiają się brunatnoszare, nieregularne plamistości o średnicy 4–7 mm (niekiedy do 15 mm). Na skutek rozwoju choroby następuje zasychanie fragmentów, a następnie całych blaszek liściowych. Zamarła tkanka wewnątrz plam może pękać i wykruszać się. Masowo tworzone w obrębie plam konidia pokrywają ich powierzchnię delikatnym, białym nalotem. Chore rośliny zwykle występują w skupieniach po kilka, kilkanaście sztuk. (fot. 16).
Mączniak prawdziwy – *Erysiphe betae*	Na liściach pojawiają się drobne, białe skupiska grzybni. Występują one zarówno na dolnej jak i na górnej powierzchni liści. Początkowo na starszych okółkach, potem także na młodych. Plamy łączą się w większe skupienia by po pewnym czasie pokryć całą powierzchnię liścia. Porażone rośliny buraka wyglądają jakby były obsypane mąką. (fot. 17)
Chwościk buraka – *Cercospora beticola*	Pierwsze objawy chwościka pojawiają się na liściach zewnętrznych okółków buraka. Są to brunatnoszare, okrągłe plamki o średnicy 0,5–6 mm (najczęściej od 2–5 mm) otoczone czerwoną, brunatnoczerwoną, niekiedy brunatną obwódką. W miarę rozwoju choroby porażane są kolejne, coraz młodsze liście. Plamki łączą się i powodują zasychanie fragmentów blaszki. Powstające nekrozy z czasem obejmują całą powierzchnię liścia. Także na ogonkach liściowych mogą wystąpić nekrotyczne plamy. Za zmiany w tkance żywiciela odpowiadają toksyny produkowane przez patogena, które uaktywniane są przez promieniowanie słoneczne. Z tego powodu przy dłuższych okresach pochmurnej pogody, mimo porażenia liści przez *C. beticola*, ekspresja objawów i rozwój choroby są spowolnione. W przypadku silnych infekcji dochodzi do zniszczenia ulistnienia, które porażone rośliny zaczynają intensywnie odbudowywać.

Fot. 15. Liście sercowe buraka z objawami mączniaka rzekomego – *P. farimosa*

Fot. 16. Brunatna plamistość liści wywoływana przez grzyb *R. beticola*

Fot. 17. Roślina buraka cukrowego zaatakowana przez *E. betae* – mączniaka prawdziwego

Fot. 18. Objawy chwościka – *C. beticola* na liściach buraka

1	2
Chwościk buraka cd. – *Cercospora beticola*	Dzieje się to kosztem wzmożonego rozkładu zgromadzonego w korzeniu cukru, który odtransportowany jest do tworzących się liści. Postępujący proces zakażania i zasychania kolejnych liści oraz tworzenia nowych prowadzi do powstania charakterystycznej, stożkowatej głowy korzeni. W rezultacie następuje zahamowanie przyrostu ich masy, przy jednoczesnym obniżaniu się zawartości cukru i jakości technologicznej soku. (fot. 18)
Zgnilizna brunatna korzenia – *Rhizoctonia solani*	Chore rośliny występują przeważnie placowo. Pierwsze widoczne na plantacji objawy choroby to utrata turgoru przez liście. Objawy te występują na silnie zniszczonych przez chorobę roślinach. Natomiast na korzeniach pierwsze zmiany chorobowe to pojawiające się na ich bocznych powierzchniach brunatne przebarwienia. W miarę rozwoju choroba opanowuje coraz głębsze tkanki, które czernieją. Chore tkanki lekko zapadają się i pękają. W miarę rozwoju choroby uszkodzeniu ulega także głowa i nasady ogonków liściowych, które także gniją. Natomiast wierzchołek korzenia najdłużej pozostaje zdrowy. W obrazie mikroskopowym łatwo można wyróżnić charakterystyczne strzępki grzyba na tle komórek roślinnych. Korzenie z plantacji silnie porażonych przez zgnilizny nie powinny być długo magazynowane na pryzmach, gdyż stanowią źródło infekcji i gnicia korzeni w pryzmie. (fot. 19)
Zgnilizna wierzchołkowa korzenia – *Aphanomyces cochlioides*	Infekcje powodowane przez *A. cochlioides* pojawiają się na bocznych powierzchniach korzeni, tuż poniżej głowy buraka, często w obrębie bruzdy. Proces chorobowy może rozpoczynać się także od wierzchołka korzenia. Porażona tkanka początkowo brązowieje, w miarę rozwoju choroby patogen opanowuje tkanki głębiej położone, zniszczona powierzchnia pęka i murszeje. Stopniowo porażona tkanka ciemnieje. Gniciu może ulec cała podziemna część korzenia, natomiast niezniszczona pozostaje jedynie część znajdująca się ponad powierzchnią gleby. Takie korzenie po wykopaniu wykazują znaczne przewężenie części korzenia znajdującego się w glebie i łatwo obłamują się. W takim przypadku rozeta liściowa może tracić turgor, żółknąć i zasychać lub, gdy w glebie jest wystarczająca ilość wilgoci, długo nie wykazywać żadnych zmian chorobowych. W drugiej połowie sierpnia chorobę obserwowano także jako powierzchniową suchą zgniliznę w obrębie górnej części korzenia. W przypadku ustąpienia warunków sprzyjających aktywności patogena na wczesnym etapie rozwoju choroby, proces ten może ulec zatrzymaniu. W takich przypadkach w miejscach wnikania patogena tworzy się skorkowaciała tkanka pokrywająca miejsce infekcji, rany ulegają zabliźnieniu, a powierzchnia korzenia zwykle wykazuje pofałdowania i zniekształcenia. (fot. 20)
Zgnilizna kopcowa – *Rhizopus arrhizus* Fisher	Charakterystycznym miejscem pojawiania się tego patogena są kopce, jednak występuje on sporadycznie już w warunkach uprawy polowej, skąd może zostać zawleczony do kopców lub pryzm. W polu choroba rozwija się placowo, może początkowo przypominać objawy powodowane przez *R. solani*. Rośliny porażone przez *Rhizopus arrhizus* wykazują się żółknięciem zewnętrznych liści w rozecie aż do ich całkowitego zaschnięcia, kolejno zasychają następne liście co prowadzi do zamarcia rośliny. Objawy występujące na liściach są efektem uszkodzenia korzeni, na których rozwijają się objawy chorobowe.

Fot. 19. Objawy zgnilizny spowodowanej przez *R. solani*

Fot. 20. Korzenie buraka zniszczone przez *A. cochliides*

1	2
Zgnilizna kopcowa cd. – *Rhizopus arrhizus* Fisher	Zainfekowane korzenie gniją, a gnijąca tkanka przybiera charakterystyczne szare zabarwienie. Z takich korzeni daje się wyczuć początkowo zapach etanolu a następnie acetonu, spowodowane jest to zdolnością patogena do prowadzenia fermentacji alkoholowej. Na porażonych korzeniach oraz w obrębie przylegającej do nich gleby rozwija się biała, dość puszysta grzybnia. Objawy chorobowe powodowane przez *Rhizopus arrhizus* występują tylko przy współistnieniu specyficznych warunków prowadzących do osłabienia roślin buraka. Niezbędne jest występowanie wysokich temperatur w ciągu dnia (powyżej 30°C) koniecznych do rozwoju patogena oraz pojawienie się specyficznych wrót infekcji jak np. uszkodzenia powodowane przez szkodniki glebowe. Sprzyjającym warunkiem rozwoju choroby jest także susza będąca zwykle efektem wysokich temperatur. Odmiany buraka mogą cechować się różną podatnością na ten typ uszkodzeń.
Parch zwykły i parch pasowy – *Streptomyces scabies* (Thaxter) Wajsman et Henrici, *Streptomyces* spp.	Objawy parcha zwykłego oraz parcha pasowego wstępują częściej po wcześniejszej uprawie ziemniaka. Na korzeniach buraka obserwowane są plamy pokryte skorkowaciałą tkanką. Plamy zwykle liczniej występują w rejonie bruzdy, często są dość rozległe, nieregularne, lub mają postać zarówno cienkich jaki i szerszych pasków obejmujących tylko część korzenia bądź biegnących dookoła. Najczęściej obserwowana jest postać płaska parcha, ale możliwe jest także pojawienie się plam wypukłych lub lekko wklęsłych. Tkanka w obrębie takich zmian nie ulega gniciu, ale może stanowić wrota infekcji dla innych patogenów odglebowych, szczególnie dla *A. cochlioides*. Wspólne wystąpienie promieniowców oraz *A. cochlioides* zwykle sprzyja gniciu korzeni powodowanemu przez *A. cochlioides*. Niewielkie plamy parchowe występujące na powierzchni korzeni nie stanową zagrożenia, a nawet mogą być skorelowane z nieco większą zawartością cukru w tkankach.
Rizomania	Buraki cukrowe porażone przez rizomanię wykazują szereg objawów chorobowych, z których objawem specyficznym jest jedynie pożółknięcie wiązek przewodzących na blaszkach liściowych i tkanki do nich bezpośrednio przylegającej. Rośliny porażone przez rizomanię mają słabej wybarwione i niekiedy żółknące liście. Objaw ten może być mylony z niedokarmieniem roślin spowodowanym brakiem azotu w glebie. Rośliny chore szybko tracą turgor w słoneczne dni. Objawy te są podobne do obserwowanych w przypadku zasiedlania korzeni przez mątwika lub niedoborem potasu w glebie. Korzenie chorych roślin rozwijają się wolniej i są mniejsze. Jednocześnie obserwowany jest silny rozwój korzonków bocznych prowadzący do powstania brody podobnej do powstającej na skutek pasożytowania mątwika. Wiązki przewodzące są zdrewniałe, a na przekrojach korzeni widoczne jest ich pociemnienie. Pociemnienie takie może być efektem porażenia korzeni przez *Fusarium oxysporum* oraz działaniem niektórych herbicydów wprowadzonych na pole w efekcie niedopłukania zbiornika opryskiwacza lub pomyłki plantatora. Korzenie roślin silnie porażonych mogą murszeć i gnić. (fot. 21)

Fot. 21. Przekrój przez korzeń odmiany podatnej na rizomanię (poniżej) oraz odpornej (powyżej)

Fot. 22. Burak porażony przez wirusy żółtaczek

1	2
Mozaika wirusowa	Na liściach sercowych obserwuje się pojaśnienie nerwów oraz pojawianie się powierzchni o jasnozielonej barwie na przemian z fragmentami ciemniejszymi, co sprawia wrażenie mozaikowatości.
Żółtaczka wirusowa	Początkowo blaszki liści chorych buraków ciemnieją i sztywnieją, następnie żółkną od brzegów a proces może objąć całą blaszkę liściową. Kolejnym etapem rozwoju wirozy jest pojawienie się na liściach brunatnych, nekrotycznych plam i po czym zaczyna się proces ich zamierania. Zesztywnienie blaszek liściowych powoduje, że podczas zgniatania charakterystycznie pękają i chrzęszczą. Pozwala to na łatwe wskazanie żółtaczki jako przyczyny objawów chorobowych (fot. 22).

7.2. Metody ograniczania porażenia roślin przez grzyby

Metoda agrotechniczna

Metoda agrotechniczna to wszystkie działania podejmowane w celu prawidłowego wyboru i przygotowania stanowiska, terminowego wysiania oraz wszelkich zabiegów prowadzonych w trakcie jego uprawy buraka. Ogólną zasadą jest unikanie zbyt częstego udziału buraka w zmianowaniu, które prowadzi do nagromadzenia w glebie przetrwalników organizmów patogenicznych i szkodników. W glebach o złej strukturze wzrasta zagrożenie ze strony patogenów odglebowych, a osłabione rośliny łatwiej ulegają porażeniom przez patogeny liści i znacznie wolniej regenerują uszkodzenia spowodowane przez szkodniki. Działania agrotechniczne ograniczające zagrożenie ze strony poszczególnych chorób podano w tabeli 20.

Tabela 20. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób buraka

Choroba	**Metody agrotechniczne i hodowlane**	**Metody chemiczne**
1	2	3
Zgorzel siewek	Wszystkie działania agrotechniczne przyspieszające i ułatwiające wschody ograniczają straty powodowane przez patogeny odglebowe. Wczesny wysiew nasion pozwala na ograniczenie strat spowodowanych przez *A. cochlioides*, gdyż rośliny szybciej wykształcają wtórne tkanki okrywające korzenia, co kończy okres zwiększonej podatności na infekcje odglebowe. W glebie zaskorupionej groźba porażenia wzrasta, szczególnie we wczesnych fazach kiełkowania aż do momentu pękania kory pierwotnej. Uważa się, że najlepszym stanowiskiem pod buraka jest pole po pszenicy. Nie należy skracać płodozmianu. Należy usuwać chwasty, które mogą być żywicielami alternatywnymi dla patogenów powodujących zgorzele siewek.	zaprawianie nasion
Bakteryjna plamistość liści	brak	brak

1	2	3
Mączniak rzekomy	Patogen zimuje na korzeniach przeznaczonych do wysadzania wiosną na polach, na których prowadzi się reprodukcję nasion buraka. Choroby można się spodziewać tylko w okolicach, gdzie prowadzi się reprodukcję nasion buraka pastewnego i czerwonego. Z plantacji takich zarodniki konidialne mogą być przenoszone przez wiatr na plantacje buraka cukrowego. Jak w przypadku wszystkich chorób liści, prawidłowy płodozmian znacząco ogranicza możliwość wystąpienia choroby. Należy unikać wysiewu buraków w miejscach jesiennego formowania pryzm korzeni.	opryskiwanie fungicydami
Brunatna plamistość liści	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby. W miarę możliwości należy unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym były one uprawiane w roku poprzednim. Nie lokować pryzmy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka.	opryskiwanie fungicydami
Mączniak prawdziwy	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby. W miarę możliwości unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym były one uprawiane w roku poprzednim. Nie lokować pryzmy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka. Wysiewać odmiany o podwyższonej odporności.	opryskiwanie fungicydami
Chwościk buraka	Wszelkie resztki po zbiorze buraków muszą być starannie przyorane. Porażone liście stanowią naturalne źródło infekcji w kolejnym roku. Nie skracać płodozmianu – wraz ze skracaniem płodozmianu wzrasta niebezpieczeństwo wcześniejszego i bardziej agresywnego wystąpienia choroby. W miarę możliwości unikać uprawy buraka na polu sąsiadującym z polem, na którym były one uprawiane w roku poprzednim. Nie lokować pryzmy korzeni na polu przeznaczonym w kolejnym roku pod uprawę buraka. Na polach nawadnianych zagrożenie wczesnego wystąpienia choroby wzrasta. Wysiewać odmiany o podwyższonej odporności. Jednak także one w warunkach silnej presji patogena wymagają ochrony chemicznej.	opryskiwanie fungicydami

1	2	3
Zgnilizny korzenia	Staranne przygotowanie gleby i zapewnienie jej struktury umożliwiającej dobre przesiąkanie wody opadowej i dobrą aerację ogranicza zagrożenie wystąpienia zgnilizn. W przypadku zbyt wysokiej wilgotności gleby czy jej zaskorupienia, w miarę możliwości należy glebę napowietrzyć stosując w międzyrzędziach spulchnienie gleby. Problem wtórnego zachwaszczenia można ograniczyć poprzez głębsze prowadzenie np. wąskich gęsiostópek. W takim przypadku zmniejszy się wielkość powierzchni gleby naruszonej podczas zabiegu. Uważa się, że pszenica i nawozy zielone uprawiane jako przedplon ograniczają zagrożenie ze strony rizoktoniozy (*Rhizoctonia* spp.). Wysiewać należy odmiany o zwiększonej odporności na patogeny powodujące zgnilizny. Nie skracać płodozmianu, co szczególnie jest istotne w odniesieniu do możliwości wystąpienia *A. cochlioides*.	brak
Rizomania	uprawa odmian odpornych na wirozę	brak
Mozaika wirusowa	brak	ochrona przed wektorem (mszyce)
Żółtaczki wirusowe	brak	ochrona przed wektorem (mszyce)

Metoda hodowlana

Ważnym elementem w systemie integrowanej ochrony buraka jest uprawa odmian odpornych. W standardzie plantatorzy otrzymują obecnie odmiany odporne na groźną wirozę – rizomanię. W przypadku szeregu odmian, do tej odporności dołączona jest odporność na chwościka. Jako, że jest to odporność wielogenowa (patrz rozdział IV), poszczególne odmiany różnią się między sobą reakcją na tego grzyba. Niestety, w warunkach silnej presji patogena, także te odmiany wymagają ochrony chemicznej. Niektóre odmiany mają podwyższoną odporność na inne choroby, takie jak brunatna plamistość liści czy też na mączniaka prawdziwego. W doborze znajdują się także odmiany o niższej podatności na patogena odglebowego, grzyba *Rhizoctonia solani*. Informacje na temat poszczególnych odmian znajdują się rejestrze krajowym roślin okopowych COBORU. W przypadku buraka są to informacje w formie deklaratywnej, podanej przez hodowcę. Informacje na temat możliwości zastosowania odmian buraka odpornych na dane choroby podano w tabeli 20.

Metoda chemiczna

Metody chemiczne ochrony buraka przed chorobami stosuje się jako ostateczne rozwiązanie w sytuacji, kiedy inne metody ochrony roślin zostały wyczerpane. Dla prawidłowego wykonania zabiegów chemicznych konieczne jest przede wszystkim rozpoznanie patogena oraz stwierdzenie, czy nasilenie objawów prze-

kracza próg szkodliwości. Następnym krokiem jest dobór preparatu. Zagadnienia te omówione zostały w podrozdziale 7.3.

7.3. Progi ekonomicznej szkodliwości

Decyzję o wykonaniu zabiegu ochronnego fungicydami powinno się podejmować w oparciu o progi szkodliwości dla danych chorób. W przypadku buraka brak jest określonych progów szkodliwości dla poszczególnych chorób. Znane są jedynie zasady prowadzenia ochrony chemicznej w przypadku wystąpienia chwościka buraka (tab. 21).

Tabela 21. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości chwościka buraka

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Chwościk buraka	od lipca po kilkudniowych opadach i ciepłej pogodzie (na południu Polski od połowy czerwca)	Południe Polski – pierwsze plamy występujące na liściach, pozostałe regiony kraju – nie więcej niż 5% roślin z objawami choroby do 5 sierpnia. 5–15 sierpnia – 10–15% roślin z objawami choroby, 15 sierpnia – 10 września – 45% roślin z objawami choroby. Powtórny zabieg ochronny, gdy do 10 września objawy pojawią się na 45% roślin.

Wybór środka chemicznego

Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność zabiegów ochronnych jest dobór fungicydu. Najlepsze efekty uzyskuje się po zastosowaniu preparatów zawierających substancje czynne działające systemicznie (układowo). Ta grupa substancji czynnych jest w krótkim czasie wchłaniana do rośliny i bardzo skutecznie zapobiega rozwojowi grzybów na liściach buraka. Przy założeniu, że zabieg został wykonany w prawidłowym terminie, można się spodziewać, że nawet w warunkach bardzo sprzyjających rozwojowi grzybów, buraki będą skutecznie chronione przez okres nawet do trzech tygodni od momentu wykonania zabiegu. Preparaty działające powierzchniowo są skuteczne tak długo, jak na powierzchni części zielonych utrzymuje się dany fungicyd. Są one spłukiwane przez deszcze i w trakcie nawadniania plantacji. Każde opóźnienie zabiegu i wzrost porażenia okres ten skróci i skutkować będzie utratą skuteczności ochronnej preparatu. W szczególności dotyczy to chwościka. Informacje na temat fungicydów stosowanych do ochrony wschodów buraka podano w tabeli 22, a do ochrony przed chorobami liści w tabeli 23.

Tabela 22. Charakterystyka zapraw zarejestrowanych do zwalczania chorób buraka

Zaprawa	dawka	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
Tachigaren 70 WP	1500 g / 100 kg nasion	hymeksazol	izoksazol	drażniący
Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	500 g / 100 kg nasion	tiuram	ditiokarbaminian	szkodliwy, drażniący

Tabela 23. Charakterystyka fungicydów zarejestrowanych do ochrony buraka przed chorobami

Fungicyd	Substancja czynna	Grupa chemiczna	Działanie na ludzi
1	2	3	4
Alert Solo 250 EW	flusilazol	konazole – triazole	toksyczny
Allegro 250 SC	krezoksym metylu + epoksykonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwy
Capitan 250 EW	flusilazol	konazole – triazole	toksyczny
Duett Ultra 497 SC	tiofanat metylowy +epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwy
Eminent 125 SL	tetrakonazol	triazole	szkodliwy
Intizam SC	tiofanat metylowy epoksykonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwy
Matador 303 SE	tiofanat metylowy tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwy
Miedzian 50 WP	miedź w postaci tlenochlorku miedzi	miedź	szkodliwy
Miedzian Extra 350 SC	miedź w postaci tlenochlorku	miedź	szkodliwy
Moderator 303 SE	tiofanat metylowy tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwy
Optan 183 SE	piraklostrobina epoksykonazol	strobiluryny + triazole	szkodliwy
Orian	tebukonazol	konazole – triazole	szkodliwy
Orius 250 EW	tebukonazol	konazole – triazole	szkodliwy
Orius Extra 250 EW	tebukonazol	konazole – triazole	szkodliwy
Rekord 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwy
Rubric 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwy
Safir 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwy
Safir 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwy

1	2	3	4
Sancozeb 80 WP	mankozeb	ditiokarbaminiany	drażniący
Sfera 267,5 EC	trifloksystrobina cyprokonazol	strobiluryny + triazole	drażniący (oczy)
Siarkol 80 WG	siarka	siarka	brak
Siarkol 80 WP	siarka	siarka	brak
Siarkol Extra 80 WP	siarka	siarka	brak
Soprano 125 SC	epoksykonazol	triazole	szkodliwy
Syrius 250 EW	tebukonazol	konazole – triazole	szkodliwy
Tango Star 334 SE	fenpropimorf epoksykonazol	morfoliny + triazole	szkodliwy
Tebu 250 EW	tebukonazol	konazole – triazole	szkodliwy
Topsin M 500 SC	tiofanat metylowy	benzimidazole	szkodliwy
Tyberius 250 EW	epoksykonazol	triazole	szkodliwy
Yamato 303 SE	tiofanat metylowy + tetrakonazol	benzimidazole + triazole	szkodliwy

7.4. Zjawisko uodparniania się grzybów na stosowane substancje czynne

Uodparnianie się grzybów na fungicydy stosowane do ochrony roślin jest zjawiskiem dosyć często występującym w przyrodzie. Jest efektem zmienności i naturalnych procesów zachodzących w populacji grzybów patogenicznych oraz efektem presji selekcyjnej stosowanych środków ochrony roślin. Bezpośrednim skutkiem tego zjawiska jest spadek skuteczności wykonanych zabiegów. Odporność na fungicydy występuje przede wszystkim w stosunku do substancji działających systemicznie, które charakteryzują się selektywnym działaniem. Blokują one metabolizm warunkowany działaniem jednego genu i jakakolwiek w nim zmiana skutkuje brakiem reakcji grzyba na dany fungicyd (Kryczyński i Weber 2010).

Między innymi z tego powodu do kolejnego zabiegu ochronnego nie wolno stosować fungicydu zawierającego tą samą substancję czynną, którą uprzednio zastosowano na danym polu! Szczególnie dotyczy to chwościka. Jak wynika z badań prowadzonych w TSD w Toruniu (Piszczek, wyniki niepublikowane), około 70% badanych izolatów chwościka jest w pełni uodpornionych na tiofanat metylowy. Odporność na triazole jest znacznie rzadsza niż na tiofanat metylowy, ale także jest spotykana. Odporność na preparaty działające kontaktowo jest rzadko spotykana, gdyż zakłócają one procesy energetyczne regulowane przez wiele genów.

VIII. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SZKODNIKÓW

Mgr inż. Agnieszka Ulatowska

8.1. Najważniejsze gatunki szkodników w buraku cukrowym i pastewnym oraz metody ochrony

W Polsce do najważniejszych szkodników buraków należy zaliczyć: pędraki i drutowce, rolnice, mątwika burakowego, pchełkę burakową, drobnicę burakową, mszycę trzmielinowo-burakową, śmietkę ćwiklankę oraz błyszczkę jarzynówkę. Do rzadziej spotykanych, lokalnie wyrządzających duże szkody należą: chrząszcze ryjkowcowate, tarczyki oraz przędziorek chmielowiec.

Metody ograniczania występowania szkodników oraz ich znaczenie gospodarcze przedstawiono w tab. 24. (Borodynko i Pospieszny 2008; Hinfner i Homonnay 1966; Nowakowski i Szymczak-Nowak 1999, 2003; Obrępalska-Stęplowska i Sosnowska 2008; Szymczak-Nowak i Nowakowski 2002, Zalecenia ochrony roślin na lata 2012/2013).

Tabela 24. Metody ograniczania występowania szkodników oraz ich znaczenie gospodarcze

Szkodnik	Metody ograniczania		Znaczenie gospodarcze*
	Agrotechniczna	Chemiczna	
1	2	3	4
Mątwik burakowy (*Heterodera schachtii*) Stadium szkodliwe: larwy i osobniki dorosłe	– na glebach ciężkich i zwięzłych zaleca się, co najmniej czteroletni płodozmian, a na lekkich minimum sześcioletni, – zmianowanie 6–8 letnie w sytuacji, gdy liczebność szkodnika przekracza 2500 jaj i larw w 100 gramach gleby – w miarę możliwości eliminacja uprawy rzepaku (gdy populacja szkodnika jest dość wysoka) – uprawa w międzyplonie (w krytycznej sytuacji w plonie głównym) mątwikobójczych odmian gorczycy białej lub rzodkwi oleistej, – zwalczanie chwastów żywicielskich, – stosowanie słomy i obornika (polepsza warunki życiowe pasożytniczych grzybów, co powoduje większe spasożytowanie jaj mątwika), – uprawa roślin obojętnych oraz wrogich (kukurydza, żyto, lucerna, cebula, cykoria)	–	++

1	2	3	4
Pędraki i drutowce – larwy chrząszczy chrabąszczowatych (*Melolonthidae*), rutelowatych (*Rutelidae*) i sprężykowatych (*Elateridae*) – szkodniki wielożerne	– dobór odpowiedniego stanowiska (unikanie pól zlokalizowanych w pobliżu lasów, zadrzewień, po nieużytkach oraz wieloletnich bobowatych), – możliwie wczesny siew w starannie doprawione i nawożone stanowisko, – zwiększenie normy wysiewu nasion, – stosowanie licznych uprawek mechanicznych (wysoka śmiertelność larw poprzez wydobywanie ich na powierzchnię, mechaniczne uszkodzenia i przesuszenie ciała), – zwalczanie chwastów, – uprawa roślin wrogich drutowcom (fasola, groch, gorczyca, len)	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	+++
Rolnice (*Noctuinae*) – gąsienice motyli sówkowatych – szkodniki wielożerne	– możliwie wczesny siew nasion w starannie doprawioną i nawożoną glebę, – nieznaczne zwiększenie normy wysiewu, – ograniczanie bazy pokarmowej osobnikom dojrzałym (kwitnących roślin na miedzach), – liczne uprawki mechaniczne oraz głęboka orka,	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	++
Drobnica burakowa (*Atomaria linearis*) Stadium szkodliwe: imagines	– możliwie wczesny, nie za głęboki siew zaprawionych nasion w dobrze przygotowaną glebę, – zwalczanie chwastów, – głębokie przyorywanie resztek pożniwnych – płodozmian	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	+
Pchełka burakowa (*Chaetocnema concinna*) Stadium szkodliwe: imagines	– możliwie wczesny, nie za głęboki siew w starannie doprawioną glebę, – zmianowanie roślin, – zwalczanie chwastów komosowatych, – głębokie przyorywanie resztek pożniwnych, – uprawki mechaniczne oraz głęboka orka	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	+
Mszyca trzmielinowo – burakowa (*Aphis fabae*) Stadium szkodliwe: larwy oraz imagines	– zbilansowane nawożenie mineralne, dotyczące głównie azotu i potasu, – przestrzenna izolacja plantacji od krzewów będących żywicielami pierwotnymi (kaliny, trzmieliny, jaśminowca), – staranne zwalczanie chwastów, – płodozmian	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	++

1	2	3	4
Śmietka burakowa (*Pegomya betae*), śmietka ćwiklanka (*Pegomya hyoscyami*) Stadium szkodliwe: larwy	– możliwie wczesny siew w starannie doprawione i nawożone stanowisko, – utrzymywanie wysokiej kultury gleby, – ograniczanie bazy pokarmowej osobnikom dorosłym (likwidacja kwitnących chwastów oraz roślinności na miedzach), – spulchnianie gleby oraz głęboka orka, – płodozmian, – zwalczanie chwastów	– zaprawy nasienne, – preparaty insektycydowe	++
Gąsienice błyszczki jarzynówki (*Autographa gamma*)	– zwalczanie chwastów, – ograniczanie bazy pokarmowej osobnikom dorosłym (likwidacja kwitnących chwastów oraz roślinności na miedzach), – płodozmian – orka zimowa	– preparaty insektycydowe	++
Chrząszcze ryjkowcowate (*Curculionidae*) Stadium szkodliwe: imagines	– staranna agrotechnika zapewniająca wyrównane wschody, – możliwie wczesny siew nasion, – niszczenie chwastów, zwłaszcza komosowatych, – usuwanie lub przyoranie resztek pożniwnych, – płodozmian	––	+
Przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urcicae*) Stadium szkodliwe: larwy oraz osobniki dorosłe	– staranne i terminowo wykonane zabiegi agrotechniczne – wpływają na szybki, niezakłócony wzrost siewek i zwiększają ich tolerancję na uszkodzenia	––	+
Tarczyk mgławy (*Cassida nebulosa*), tarczyk złotosmugi (*Cassida nobilis*) Stadium szkodliwe: larwy oraz imagines	– staranne zwalczanie chwastów (zwłaszcza komosowatych) na plantacjach i terenach przyległych, – staranna agrotechnika oraz wczesny siew nasion – dokładne przyorywanie lub usuwanie resztek pożniwnych	––	+

\+ znaczenie niewielkie
++ znaczenie średnie
+++ znaczenie duże

W celu wyboru najlepszej strategii ochrony roślin, która pozwoli skutecznie zminimalizować zagrożenie, należy w pierwszej kolejności poprawnie je oszacować. Integrowana ochrona roślin wymaga od plantatora znacznie większego zakresu wiedzy niż tradycyjna. Konieczna jest znajomość biologii i morfologii szkodników, ich cykli życiowych, terminów pojawiania się oraz uszkodzeń przez nie wywoływanych, a także źródeł zagrożenia. Należy dokładnie przyjrzeć się objawom na roślinach i wykluczyć inne możliwości np. choroby pochodzenia nieorganicznego (związane z nadmiarem bądź deficytem makro- lub mikroelementów).

8.2. Charakterystyka uszkodzeń powodowanych przez szkodniki oraz warunki sprzyjające ich rozwojowi

W tabeli 25. scharakteryzowano uszkodzenia wywołane żerowaniem najważniejszych szkodników oraz przedstawiono wpływ warunków zewnętrznych sprzyjających ich rozwojowi (Bunalski i Nowicki 1996; Hinfner i Homonnay 1966; Jakubowska 2008; Jakubowska i Walczak 2005, 2008; Jassem 1989; Kręcisz 1984; Studziński i wsp. 1981).

Tabela 25. Charakterystyka uszkodzeń buraka cukrowego oraz czynniki wpływające na rozwój szkodników

Wpływ czynników zewnętrznych na rozwój szkodnika	**Objawy żerowania na roślinach**
1	2
Chrząszcze ryjkowcowate	
Ciepła pogoda sprzyja rozwojowi szkodnika.	Intensywny żer na siewkach prowadzi do doszczętnego ogołocenia z części zielonych i śmierci roślin. Pozostawione są zazwyczaj tylko niewielkie kikuty ogonków liściowych. Tkanka starszych liści wyjadana jest od brzegu (tzw. żer zatokowy).
Drobnica burakowa	
Rozwojowi drobnicy sprzyja ciepła i sucha pogoda. Częściej pojawia się na glebach ciężkich i żyznych.	Żerując na kiełkujących nasionach powodują deformacje liścieni. Przy silnych uszkodzeniach rośliny nie wschodzą. Wygryzają drobne jamki na szyjce korzeniowej oraz hypokotylu, co prowadzi do przerywania wiązek przewodzących, gorszego zaopatrzenia roślin w wodę oraz składniki odżywcze. Siewki są osłabione, gorzej asymilują i wolniej rosną. W miejscu silniejszych uszkodzeń mogą się łamać. Zniszczona tkanka porażana jest przez patogeny. Chrząszcze żerują również na liścieniach i liściach sercowych. (fot. 23).

1	2
Drutowce	
Najczęściej pojawiają się na stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu lasów, po nieużytkach, wieloletnich motylkowatych lub łąkach. Wybierają stanowiska bogate w związki próchniczne o ustabilizowanym lekko kwaśnym odczynie.	Uszkadzają system korzeniowy siewek i narażają na działanie patogenów. Utrudnione pobieranie wody oraz składników odżywczych wpływa negatywnie na wydajność fotosyntezy. Silnie uszkodzone siewki tracą turgor i obumierają. W korzeniach starszych roślin szkodniki wygryzają dziury, niekiedy na wylot. (fot. 24).
Gąsienice błyszczek	
Wysokie temperatury sprzyjają szybszemu rozwojowi szkodnika.	Żerują na liściach. Wygryzają w nich dziury i w krótkim czasie powodują gołożery. Nietknięte pozostaje jedynie grubsze unerwienie blaszki liściowej. (fot. 25).
Gąsienice rolnic	
Rozwojowi rolnic sprzyja ciepła, słoneczna i sucha wiosna i jesień oraz gorące lato. W warunkach mroźnej, śnieżnej zimy zwiększa się przeżywalność zimujących gąsienic, natomiast łagodna i wilgotna zima powoduje wzrost śmiertelności na skutek częstego występowania chorób różnego pochodzenia. Częściej zasiedlane są plantacje zachwaszczone, położone na glebach lekkich i średnich.	Młodsze stadia larwalne uszkadzają blaszki liściowe. Często podgryzają siewki w okolicach szyjki korzeniowej. Starsze gąsienice żerują na korzeniach. (fot. 26).
Mątwik burakowy	
Preferuje gleby lekkie, szybko nagrzewające się. Jego rozwojowi sprzyja ciepła, słoneczna wiosna; długie, gorące lato oraz wilgoć w glebie w momencie, kiedy opuszcza cystę w poszukiwaniu żywiciela.	Porażone rośliny cechuje wolniejsze tempo rozwoju – są mniejsze, bardziej narażone na niekorzystne warunki środowiskowe, zwłaszcza stres wodny. Przy silnym i wczesnym porażeniu siewek może dochodzić do ich wypadania. Na plantacji obserwuje się placowe więdnięcie roślin. Liście buraków tracą turgor nawet przy wystarczającej wilgotności gleby. Po wykopaniu korzeni widoczna broda korzeniowa, na której znajdują się białe samice. Korzeń główny jest płytki. (fot. 27).
Mszyca trzmielinowo – burakowa	
Preferuje ciepłą i suchą pogodę. Bezmroźna zima, ciepła i sucha wiosna sprzyjają przeżywalności i szkodliwości mszyc. Temperatury powyżej 30°C są śmiertelne. Mszyce chętniej nalatują na pola przenawożone azotem, a także na rośliny osłabione przez mątwika burakowego. Szczególnie narażone są plantacje w pobliżu gospodarzy zimowych – krzewów kaliny, trzmieliny, jaśminowca.	Najliczniej żerują na liściach sercowych. Liście są charakterystycznie pofałdowane i zwijają się. (fot. 28).

Fot. 23. Uszkodzenia na hypokotylu i korzeniu siewki buraka spowodowane żerowaniem drobnicy burakowej

Fot. 24. Drutowce żerujące na korzeniu siewki buraka

Fot. 25. Gąsienica błyszczki żerująca na liściach buraka

Fot. 26. Gąsienica rolnicy

Fot. 27. Burak zaatakowany przez mątwika – broda korzonków bocznych z widocznymi samicami

Fot. 28. Mszyca trzmielinowo-burakowa jako pierwsze zasiedla liście sercowe buraka

Fot. 29. Pchełka burakowa

Fot. 30. Pędrak chrabąszcza majowego

Fot. 31. Muchówka śmietki burakowej

Fot. 32. Blaszka liściowa buraka zaminowana przez larwy śmietki burakowej

1	2
Pchełka burakowa	
Sucha, ciepła i słoneczna wiosna sprzyjają rozwojowi pchełek.	Chrząszcze na łodyżkach podliścieniowych, liścieniach, a następnie liściach właściwych wygryzają fragmenty tkanek – tzw. okienka. Dolna skórka, mimo iż nie zostaje uszkodzona, po jakimś czasie usycha i wykrusza się. W przypadku nadgryzienia brzegowego fragmentu liścia, specyficznie się on wygina. (fot. 29).
Pędraki	
Chrabąszcze do składania jaj preferują gleby przepuszczalne, ciepłe i przeciętnie wilgotne Najczęściej pojawiają się na stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu lasów, po nieużytkach, wieloletnich motylkowatych lub łąkach.	Obgryzają system korzeniowy siewek, osłabiają je i narażają na działanie patogenów. Silnie uszkodzone siewki tracą turgor i obumierają. W korzeniach starszych roślin szkodniki wygryzają dziury. (fot. 30).
Przędziorek chmielowiec	
Wysoka temperatura powietrza oraz niewielkie opady sprzyjają rozwojowi przędziorków. Największą liczebność szkodnika notuje się pod koniec lata.	Zarówno larwy jak i dorosłe roztocza wysysają sok z tkanek liści i ogonków liściowych. Powstają początkowo bladoróżowe, następnie żółtawe plamy, które po wyschnięciu brązowieją. Silnie zaatakowane liście sprawiają wrażenie pokrytych srebrzystym nalotem. Pod spodem blaszki liściowej widoczna delikatna pajęczyna, na której zatrzymują się liczne zanieczyszczenia, np. drobiny piasku.
Śmietki	
Liczba generacji uzależniona jest głównie od temperatury i wilgotności powietrza oraz gleby. Ciepła i sucha wiosna sprzyja szybszemu rozwojowi.	W wyniku żerowania larw na liścieniach, a następnie liściach pojawiają się miny. Uszkodzenia są początkowo jasne, łatwo dostrzegalne na tle ciemniejszej blaszki liściowej, następnie marszczą się i brązowieją. Końcowym etapem jest usychanie i wykruszanie się uszkodzonej tkanki. Silne uszkodzenia prowadzą do zamierania młodych roślin. (fot. 31 i 32).
Tarczyki	
Ciepła i sucha pogoda oraz duże zachwaszczenie plantacji sprzyjają rozwojowi szkodnika.	Wyżerają w liściach liczne, początkowo drobne dziurki, sprawiając, że wyglądają jak sito o nieregularnych oczkach. Duże nasilenie szkodnika prowadzi do powstania gołożerów – z liści pozostaje jedynie unerwienie.

8.3. Metody określania liczebności szkodników

Wykonanie zabiegu chemicznego jest opłacalne tylko w przypadku, gdy liczebność szkodnika jest na tyle wysoka, by potencjalna wartość utraconego plonu przewyższała koszty przeprowadzonego zabiegu. Decyzja o terminie zastosowania insektycydu musi być oparta na częstych lustracjach plantacji. Zweryfikowanie liczebności szkodników glebowych opiera się na analizach gleby, natomiast w przypadku pozostałych agrofagów na obserwacji całych roślin (Matyjaszczyk i wsp. 2010).

Mątwik burakowy

Próby gleby do analiz na liczebność mątwika burakowego należy pobierać z miejsc podejrzanych o wystąpienie szkodnika. Mątwik występuje placowo i wywołuje charakterystyczne więdnięcie roślin (patrz tab. 25), stąd miejsce poboru prób nie powinno stanowić większego problemu. W przypadku wątpliwości, próby należy pobrać z całej plantacji. Powierzchnia pola przypadająca na próbę ogólną, przy wyrównanej pod względem glebowym powierzchni i zbliżonym ukształtowaniu terenu nie powinna przekraczać 1 ha. Glebę do analiz najlepiej pobierać świdrem glebowym z głębokości do 25 cm. Próba ogólna powinna składać się z nie mniej niż 100 próbek pojedynczych na 1 ha, rozmieszczonych systematycznie na badanej powierzchni. Z próbek tych, po dokładnym wymieszaniu gleby, sporządza się próbę ogólną o masie ok. 1 kg. Glebę zapakowaną do plastykowych woreczków należy możliwie szybko przekazać do laboratorium zajmującego się oznaczaniem nicieni w glebie. Po otrzymaniu wyników można ustalać strategię ochrony.

Pozostałe szkodniki glebowe

W celu zbadania liczebności pędraków, drutowców oraz rolnic należy wykonać kilkadziesiąt odkrywek glebowych. Przyjmuje się, że dla uzyskania reprezentatywnych wyników z 1 ha plantacji należy wykopać około 32 odkrywek o wymiarach 25x25 cm i głębokości 30 cm. Na plantacjach powyżej 1 ha zaleca się dodatkowo wykopanie dwóch prób na każdy kolejny hektar (2 ha = 34 próby). Odkrywki powinny być rozmieszczone równomiernie na całym polu. Wykopaną glebę należy przesiać, policzyć larwy szkodników i ustalić liczebność na 1 m^2.

Szkodniki nalistne

Liczebność szkodników nalistnych określa się na podstawie obserwacji obecności agrofagów lub uszkodzeń przez nie wywoływanych na kilkunastu do kilkudziesięciu roślinach w kilku losowo wybranych miejscach plantacji. Łącznie należy zlustrować od 200 do 250 roślin. Uzyskany wynik należy uśrednić.

Obserwacje plantacji są niezbędne w celu podjęcia decyzji o użyciu środka chemicznego. Sygnalizacja jest tylko elementem doradczym i nie obliguje do wykonania zabiegu.

8.4. Progi ekonomicznej szkodliwości

Próg ekonomicznej szkodliwości to takie nasilenie agrofagów, przy którym wartość spodziewanej straty w plonie jest wyższa od łącznych kosztów zabiegu. Należy jednak pamiętać, iż wartości progu szkodliwości nie można traktować jednoznacznie. W zależności od fazy rozwoju rośliny, warunków meteorologicznych czy występowania wrogów naturalnych, próg może ulec zmianie. Progi służą, jako pomoc przy podejmowaniu decyzji, ale nie mogą być jedynym kryterium przy podejmowaniu decyzji o zabiegu chemicznym.

W tabeli 26 podano progi ekonomicznej szkodliwości dla najważniejszych szkodników buraka cukrowego i pastewnego oraz terminy obserwacji (Zalecenia ochrony roślin na lata 2012/2013).

Tabela 26. Progi ekonomicznej szkodliwości

Szkodnik	Próg szkodliwości	Termin obserwacji szkodnika
Drutowce	5–8 osobników/m^2	Od początku okresu wegetacji
Gąsienice rolnic	6 osobników/m^2	Od początku okresu wegetacji do sierpnia
Mątwik burakowy	500 jaj i larw/100 g gleby	Od początku do końca okresu wegetacji
Pędraki	5–6 osobników/m^2	Od początku okresu wegetacji
Pchełka burakowa	obecność chrząszczy lub uszkodzeń na roślinach, w warunkach sprzyjających dalszemu uszkadzaniu buraków	Od wschodów do fazy 2 liści
Śmietki (w rejonach, w których więcej niż jedno pokolenie wyrządza duże szkody)	– 4 jaja lub miny/roślinę w fazie dwóch liści właściwych (BBCH 12) – 8 jaj lub min/roślinę w fazie czterech liści właściwych (BBCH 14) > 20 jaj lub min/roślinę w fazie sześciu liści właściwych (BBCH 16)	Od wschodów do fazy 8 liści
Śmietki (dla pozostałych regionów)	– 4 jaja lub miny/roślinę w fazie dwóch liści właściwych (BBCH 12) – 16 jaj lub min/roślinę w fazie czterech liści właściwych (BBCH 14)	
Mszyca trzmielinowo–burakowa	co najmniej 15% zasiedlonych roślin	Od fazy 4 liści
Drobnica burakowa	20% opanowanych roślin	Od wschodów do fazy 4 liści
Gąsienice błyszczek	8–10 osobników/m^2	Od przełomu czerwca i lipca

Ekonomiczna efektywność zabiegu

Zabieg chemiczny jest opłacalny, gdy jego ekonomiczna efektywność (E) przekracza wartość 1 (Wolny i Tys 2008).

$$E = Pu / Kz,$$

gdzie:
E – ekonomiczna efektywność zabiegu ochrony roślin,
Pu – wartość produkcji uratowanej,
Kz – koszty zabiegu.

Przy podejmowaniu decyzji ważne jest określenie wartości spodziewanego plonu – im jest on wyższy, tym większe mogą być straty. Zasadą jest, aby nigdy nie stosować środków ochrony roślin według z góry ustalonego harmonogramu. Wykonanie zabiegu winno być poprzedzone wnikliwą oceną aktualnego wystąpienia i natężenia szkodników. Istotnym czynnikiem jest również koszt zabiegu, na który składa się cena samego insektycydu, oraz koszt jego zastosowania. Podejmując decyzję należy wziąć pod uwagę okres wystąpienia agrofaga, stan rośliny uprawnej, prognozy pogody na nadchodzący okres (niesprzyjające warunki mogą zahamować rozprzestrzenianie zagrożenia) oraz obecność wrogów naturalnych. Należy również przeanalizować czy warto zawęzić opryskiwanie roślin do pasów przybrzeżnych. W wielu przypadkach jest to uzasadnione, gdyż wiele gatunków zasiedla najpierw brzegi plantacji i szybka interwencja w tych miejscach pozwala na skuteczne zażegnanie zagrożenia. Pozwala to zaoszczędzić czas oraz pieniądze, a także uchronić środowisko naturalne przed zbędną chemizacją (Pruszyński i wsp. 2012).

8.5. Zasady stosowania środków ochrony roślin

Etykieta środka ochrony roślin jest dołączona do każdego opakowania preparatu i zawiera szczegółowe informacje niezbędne do prawidłowego wykonania zabiegu. Przestrzeganie obowiązujących przepisów prawnych nakłada na wykonawcę zabiegów obowiązek dostosowania się do etykiety środka ochrony roślin. Producent preparatu nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne straty lub uszkodzenia powstałe w wyniku zastosowania środka niezgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji, z zasadami dobrej praktyki agrotechnicznej, jak również zastosowania go w warunkach nietypowych, niemożliwych do przewidzenia i pozostających poza wpływem producenta (złe przechowywanie, nieprawidłowa technika wykonania zabiegu, niekorzystne warunki meteorologiczne przed, w trakcie i po zastosowaniu środka) (Ustawa o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 r.).

Z etykietą należy się zapoznać jeszcze przed kupnem środka, aby ustalić czy:
– preparat odpowiada rzeczywistym potrzebom, co do chronionej rośliny uprawnej oraz zwalczanych agrofagów,
– użycie preparatu w danych warunkach nie narusza wymagań bezpieczeństwa operatora, sprzętu oraz środowiska naturalnego,
– istnieją przeciwwskazania lub ograniczenia w jego stosowaniu.

Sporządzając ciecz roboczą oraz przeprowadzając zabieg należy koniecznie dostosować się do informacji zawartych w etykiecie środka ochrony roślin. Jeśli to tylko możliwe należy stosować najmniejsze z zalecanych dawek preparatów i ograniczyć zabieg opryskiwania do miejsc silniejszego wystąpienia agrofagów. Liczne szkodniki pojawiają się w większym natężeniu w strefie granicznej pola, co w sprzyjających okolicznościach daje szansę do zawężenia oprysku tylko do pasów przybrzeżnych. W przypadku, kiedy zachodzi potrzeba powtórzenia zabiegu powinno się stosować środek z innej grupy chemicznej o odmiennym mechanizmie działania, aby zapobiegać tworzeniu ras odpornych.

Nie należy stosować dawek niższych od oficjalnie zalecanych, gdyż
– może to przyspieszać uodparnianie się agrofagów, nawet w sytuacji, w której otrzymałoby się zadowalającą skuteczność oprysku
– w takich okolicznościach producent preparatu nie ponosi odpowiedzialności za brak skuteczności zabiegu.

8.6. Systemy wspomagania decyzji

Instytucjami, które zajmują się prognozowaniem występowania szkodliwej entomofauny oraz wczesnym systemem ostrzegania, są:

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Na stronie *http://stanfit.ior.agro.pl/szukaj/* można znaleźć m.in.: informacje na temat sygnalizacji agrofagów, zalecenia ochrony roślin, wyszukiwarkę środków ochrony roślin, atlasy chorób oraz szkodników roślin rolniczych.

Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa;

Internetowy System Sygnalizacji Agrofagów dotyczący całego kraju *http://piorin.gov.pl/sygn/start.php.*

Wybór insektycydu – pomoc on-line

W wyborze preparatu można skorzystać z wyszukiwarki środków ochrony roślin Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. *http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Produkcja-roslinna/Ochrona-roslin/Wyszukiwarka-i-etykiety--srodkow-ochrony-roslin*

Istnieje również możliwość pobrania plików w wersji PDF, zawierających etykiety środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i stosowania na terenie naszego kraju. *http://www.bip.minrol.gov.pl/DesktopDefault.aspx?TabOrgId=648&langld=0.*

Dużą pomocą plantatorom służy również Rolnicze Doradztwo w Uprawie Buraka Cukrowego – *LIZ. http://www.liz.pl/*

Na stronie serwisu znajdują się interesujące informacje na temat:

– monitoringu rolnic; *http://www.liz.pl/index.php/content/1660/*
– zapobiegania mątwikowi burakowemu; *http://www.liz.pl/index.php/content/1329/*
– szkodników oraz objawów żerowania (atlas);
– *http://schaeden.rheinmedia.de/cgibin/schaedlinge_ausgabe.cgi?Sprache=pl&Partner=liz_pl*
– stosowania insektycydów; *http://www.liz.pl/index.php/content/2071/*

IX. DOBÓR TECHNIKI APLIKACJI ŚRODKA OCHRONY ROŚLIN

Dr hab. Roman Kierzek

Na efektywność zabiegów ochrony roślin, oprócz wyboru odpowiedniego środka i terminu wykonania zabiegu, ma istotny wpływ dobór odpowiedniej aparatury i precyzja wykonywania zabiegów. Duże straty preparatów powstałe w trakcie wykonywania zabiegów ochronnych, wskazują na potrzebę doskonalenia techniki opryskiwania roślin, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów decydujących o optymalnym nanoszeniu i wykorzystaniu zastosowanego środka ochrony roślin.

Znoszenie rozpylonej cieczy użytkowej w trakcie wykonywania zabiegów ochrony roślin jest szczególnie niebezpieczne zarówno ze względu na zagrożenie dla ochrony środowiska naturalnego a także ze względu na możliwość uszkodzenia roślin rosnących poza granicą chronionej plantacji. Współczesna ochrona roślin stawia wysokie wymagania 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 (Wachowiak i Kierzek 2010). Takie działania mają na celu także uzyskanie stabilnej i skutecznej ochrony upraw przed agrofagami.

Jednym z najbardziej niebezpiecznych źródeł zanieczyszczenia wód środkami ochrony roślin podczas wykonywania zabiegów chemicznych 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 Hołownicki, 2008).

9.1. Przygotowanie do zabiegów ochrony roślin

9.1.1. Wybór opryskiwacza

Zaplanowanie i właściwe przygotowanie zabiegu zagwarantuje wysoką skuteczność ochrony upraw przed agrofagami oraz pełne bezpieczeństwo ochronny poprzez ograniczanie lub niwelowanie wszelkich skażeń i zagrożeń. Podstawą

skuteczności zabiegów ochrony roślin jest odpowiednio przygotowany, sprawny i dobrze wyposażony opryskiwacz.

Niewłaściwy dobór aparatury do ochrony roślin, czy nieodpowiednie wykonywanie zabiegu może prowadzić do poważnych uszkodzeń na plantacjach roślin. Wiele roślin uprawnych odznacza się dużą podatnością na uszkodzenia powstające w trakcie wykonywania zabiegów.

Przed wschodami roślin do zabiegów powinny być używane ciągniki o szerokich oponach, względnie koła bliźniacze, aby możliwe było jak największe ograniczenie ugniatania gleby przez sprzęt. Natomiast po wschodach, gdy rzędy roślin są wyraźnie widoczne konieczne jest stosowanie opon wąskich, tak aby przejazd ciągnika nie uszkadzał roślin. Wykonywanie zabiegów z użyciem nawet najbardziej dopasowanego ciągnika lecz w późniejszych fazach rozwojowych (gdy rośliny zaczynają zakrywać międzyrzędzia (np. burak), związane jest zawsze z pewnymi uszkodzeniami roślin. Uszkodzenia te dotyczą w zasadzie czterech rzędów roślin bezpośrednio sąsiadujących z kołami ciągnika.

Dopasowanie rozstawu kół i szerokości opon musi uwzględniać szerokość międzyrzędzi uprawy. 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 powszechnie stosowanej rozstawy rzędów w burakach (45 cm) warunek ten spełniają belki polowe o szerokości roboczej 18 m i 36 m oraz rzadko stosowane w praktyce rolniczej belki o szer. 13,5 m. Nieprecyzyjnie spełniają te oczekiwania bardzo popularne belki o szerokości roboczej 12 m i 24 m oraz 30 m (tab. 27). Używanie belki o niedostosowanej szerokości roboczej do rozstawy roślin niesie ryzyko nierównomiernego nanoszenia cieczy użytkowej na rzędy roślin rosnące na granicy kolejnych nawrotów opryskiwacza. Może się to objawiać naniesieniem zmniejszonej ilości preparatu na skrajnym rzędzie i obniżeniem skuteczności biologicznej lub powstaniem objawów fitotoksycznych wskutek dodatkowego traktowania ostatniego rzędu w trakcie kolejnego przejazdu opryskiwacza. Stosowanie dużych szerokości roboczych opryskiwacza zmniejsza proporcjonalnie powierzchnię roślin uszkodzonych przez ciągnik, gdyż zmniejsza się liczba przejazdów roboczych. Opryskiwacze przyczepiane wyposażone w belki polowe o dużych szerokościach roboczych przetaczane są na własnym podwoziu i trzeba pamiętać, aby rozstaw kół opryskiwacza był dopasowany do rozstawu rzędów roślin i rozstawu kół współpracującego ciągnika. Najmniejsze uszkodzenia mechaniczne na plantacjach chronionych roślin powodują opryskiwacze samojezdne o dużym prześwicie podwozia, wąskich oponach, regulowanej rozstawie kół i szerokościach roboczych belek przekraczających 18 m.

Ważnym czynnikiem powodującym uszkodzenia mechaniczne roślin jest zbyt mały prześwit większości stosowanych w krajowym rolnictwie ciągników rolni-

czych. Z ciągników powinny zostać zdemontowane wszystkie niezbędne w czasie takich prac uchwyty zaczepy czy sworznie, które mogą w czasie przejazdu przez plantacje kaleczyć i uszkadzać liście roślin. Ciągniki używane do napędu opryskiwaczy zawieszanych powinny mieć zdjęte obciążniki z tylnych kół gdyż rolę dociążenia tylnej osi spełnia wówczas zamontowany opryskiwacz.

Tabela 27. Liczba opryskiwanych rzędów buraków w zależności od szerokości roboczej opryskiwacza

Szerokość robocza opryskiwacza (m)	Liczba opryskiwanych rzędów dla rozstawy wysiewu 45 cm
10	22,2
12	26,7
13,5	30
18	40
24	53,3
30	66,6
36	80
40	88,9

Opryskiwacze rolnicze wyposażone w pomocniczy strumień powietrza (PSP) wykorzystują strumień powietrza jako wspomagający nośnik rozpylanej cieczy, oraz czynnik przeciwdziałający znoszeniu kropel i poprawiający równomierność nanoszenia cieczy użytkowej na wszystkie części opryskiwanych roślin. Zaletą opryskiwaczy z rękawem powietrznym jest ich wysoki poziom bezpieczeństwa, gdyż zabieg ochronny może być wykonywany w optymalnym terminie, by działanie środka ochrony roślin było najbardziej efektywne. W opryskiwaczach z PSP jest możliwe zastosowanie rozpylaczy wytwarzających drobne krople (najlepsze efekty w pokryciu roślin cieczą), nawet przy wietrznej pogodzie, gdy użycie technik tradycyjnych jest nie możliwe z powodu zagrożenia znoszeniem. W uprawie buraka cukrowego w związku z koniecznością wykonywania regularnych zabiegów na małe rośliny (np. zwalczanie chwastów) wykorzystanie opryskiwaczy z PSP jest uzasadnione i celowe. Z doświadczeń wynika, że znoszenie cieczy jakie powstaje w trakcie stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania przy prędkości wiatru do 3 m/s jest na tym samym poziomie, jak przy użyciu opryskiwaczy z PSP pracujących w warunkach wietrznej pogody (nawet do 8 m/s). Ponadto opryskiwacze z PSP są bardziej wydajne (zużywają zazwyczaj 50% mniej dawki wody) i są w stanie opryskać w krótszym czasie dużo większą powierzchnię niż aparatura tradycyjna.

9.1.2. Kalibracja opryskiwacza

Właściwa kalibracja opryskiwacza, czyli ustalenie parametrów roboczych opryskiwacza w procesie regulacji, pozwala na stosowanie optymalnych parametrów zabiegu, dostosowanych do rodzaju opryskiwanych obiektów (rośliny lub gleba) z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków agrotechnicznych i pogodowych. 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.

Prowadzenie zabiegów opryskiwania w integrowanych systemach ochrony upraw wymaga od rolnika bardzo częstych zmian parametrów roboczych zabiegu. Każda taka zmiana wymaga ponownej kalibracji opryskiwacza. Niezbędne jest więc aby każdy rolnik potrafił przeprowadzić natychmiast właściwie całą procedurę kalibracyjną opryskiwacza. Dokonuje się jej w następującej kolejnosci:

1. Na podstawie etykiety środka ochrony roślin ustala się dawkę preparatu na hektar, zalecaną ilość wody na hektar oraz określa się jaki rodzaj opryskiwania preferowany jest do zwalczania danego agrofaga (drobnokroplisty, średniokroplisty, grubokroplisty, czy bardzo grubokroplisty);
2. Dokonuje się pomiaru prędkości jazdy opryskiwacza na odcinku 100 m w sekundach dla wybranego biegu ciągnika i ustalonych obrotów silnika (jazdę ciągnikiem wykonujemy na takim samym lub zbliżonym podłożu , na którym wykonywać będziemy zabiegi). Wynik pomiaru podstawia się do wzoru:

$$V = \frac{360}{t}$$

   gdzie:
   V – prędkość jazdy ciągnika w km/godz
   t – czas przejazdu odcinka 100 m w sekundach;
3. Oblicza się jakie natężenie wypływu z jednego rozpylacza, który zapewni zaplanowaną ilość cieczy na hektar. W tym celu stosuje się następujący wzór:

$$q = \frac{Q \cdot V \cdot s}{600 \cdot n}$$

   gdzie:
   q – wydatek cieczy jednego rozpylacza w l/min
   Q – zaplanowane wydatkowanie cieczy w l/ha

V – prędkość jazdy ciągnika w km/godz,
s – szerokośćc robocza opryskiwacza w metrach,
n – liczba rozpylaczy na belce polowej.

4. Spośród dostępnych rozpylaczy wybiera się taki, który zapewni, w warunkach ustalonego ciśnienia właściwy rodzaj opryskiwania i ma natężenie wypływu "q" zbliżone do obliczonego (dane w tabelach, instrukcjach, prospektach);
5. Zakłada się wybrane rozpylacze na belkę polową opryskiwacza i wykonuje się pomiar natężenia wypływu wody z poszczególnych rozpylaczy do naczyń miarowych. Odchylenie w wydatkowaniu pomiędzy poszczególnymi rozpylaczami nie może być większe niz 5% od średniej. Jesli średni wynik różni się od przyjetego wydatku cieczy z jednego rozpylacza "q" należy wprowadzic korektę zmieniajac ciśnienie i ponownie wykonać pomiar natężenia wypływu dla co najmniej 4 rozpylaczy.
6. Pomiary należy prowadzić do czasu aż uzyska się wynik zapewniający zastosowanie przyjętej ilości wody na hektar i w efekcie przyjętej dawki preparatu prawidłowo naniesionej na całą chronioną powierzchnię.

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 kalibracji opryskiwacza do zabiegu należy zwrócić uwagi na to, aby wszystkie rozpylacze zamontowane na belce polowej były tego samego typu i wymiaru. Przy wymianie rozpylaczy należy pamiętać, aby używać zawsze ten sam numer i kolor rozpylacza, co zapewni ponownie poprawne dawkowanie cieczy na hektar. Zgodnie z międzynarodową normą ISO oznakowanie wydatku rozpylaczy zostało ujednolicone, poprzez stosowanie różnych kolorów i kodów cyfrowych (tab. 28). 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.

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 28. 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

9.1.3. Sporządzanie cieczy użytkowej

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 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.

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.

9.2. Techniczne aspekty wykonywania zabiegów ochrony roślin

9.2.1. Dobór dawki cieczy użytkowej

Dobór dawki cieczy użytkowej na hektar w zależności od rodzaju zabiegów ochronnych (zwalczanie chorób, szkodników i chwastów) powinien uwzględniać zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin, wielkość i gęstość uprawy oraz typu posiadanego opryskiwacza i urządzeń rozpylających. W tabeli 29 zamieszczono zakresy dawek cieczy użytkowej podczas stosowania tradycyjnej techniki opryskiwania i techniki wykorzystujące pomocniczy strumień powietrza (PSP), dla różnych środków ochrony roślin, sposobów ich działania oraz aplikowania.

Do wielu zabiegów ochronnych zastosowanie 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 na 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 jest powodem ściekania cieczy z roślin. Aplikowanie wysokich dawek cieczy, powyżej granicy retencji (zdolność roślin do zatrzymywania cieczy) prowadzi do gorszego naniesieniem środka, a także strat cieczy użytkowej, co w konsekwencji wpływa na wzrost kosztów zabiegu i skażenie gleby.

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

Tabela 29. Dawki cieczy użytkowej zalecane do wykonywania polowych zabiegów ochrony roślin

Środki Ochrony Roślin	Sposób działania	Dawka cieczy	
		Technika konwencjonalna	Technika PSP
Herbicydy	Doglebowe	200–300	100–200
	Nalistne	150–250	75–150
Regulatory rozwoju roślin		200–300	100–150
Fungicydy	Rośliny we wczesnych fazach rozwojowych	150–300	75–150
	Zwarte łany	200–300	100–150
Insektycydy	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

9.2.2. Rodzaj opryskiwania i typ rozpylacza

Zalecenia zawarte w etykiecie środka ochrony roślin oraz aktualne warunki pogodowe determinują wybór rozpylacza na podstawie wymaganej wielkości kropel (kategorii kroplistości). Podział na różne rodzaje opryskiwania (bardzo drobno, średnio, grubo i bardzo grubokropliste) pozwala dobierać rozpylacze do poszczególnych zabiegów wg. kryteriów toksyczności preparatów, niebezpieczeństwa znoszenia i skuteczności biologicznej. Najczęściej wybierany jeden lub dwa wymiary rozpylaczy, którymi wykonuje się zabiegi z użyciem herbicydów, fungicydów i insektycydów.

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. Wybór wielkości kropel wytwarzanych przez rozpylacz jest bardzo ważny 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: standard, o polepszonej jakości rozpylania (o rozszerzonym zakresie ciśnień roboczych), niskoznoszeniowy (inaczej antyznoszeniowy lub przeciwznoszeniowy) oraz eżektorowy.

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. 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 (o podwyższonej jakości rozpylania), antyznoszeniowy lub eżektorowy, o wymiarach 02; 03 i 04 (żółty, niebieski, czerwony).

Rozpylacze ograniczające znoszenie cieczy użytkowej, dzięki wytwarzaniu grubych i bardzo grubych kropel polecane są do zabiegów wykonywanych w trudniejszych warunkach atmosferycznych. Do tej grupy należą tzw. rozpylacze niskoznoszeniowe i eżektorowe. Zamontowanie na opryskiwaczu rozpylaczy niskoznoszeniowych lub eżektorowych już o mniejszych rozmiarach (np. kolor żółty ”02” lub niebieski „03”), pozwala na skuteczne i bezpieczne wykonywanie zabiegu w mniej korzystnych warunkach pogodowych, przy średnim zużyciu cieczy użytkowej od 100 do 300 l na hektar.

Standardowe rozpylacze niskoznoszeniowe 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, DG TeeJet) nadają się doskonale do zabiegów chwastobójczych (doglebowe, nalistne), 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. W grupie rozpylaczy antyznoszeniowych popularnym rozwiązaniem są rozpylacze płaskostrumieniowe uderzeniowe Turbo TeeJet TT, które pracują w szerokim zakresie ciśnień roboczych (1–6 bar). Wytwarzają one szeroki i płaski strumień cieczy z dużą ilością większych kropel, zapewniając przy tym równomierne pokrycie i penetrację opryskiwanych obiektów jak i znaczące zmniejszenie znoszenia.

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 ro-

ślin. 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.

Wdrożenie do praktyki rolniczej rozpylaczy eżektorowych dwustrumieniowych (np. Albuz AVI TWIN, Lechler IDKT, Lurmark GAT, Turbo TeeJet AITTJ60) znacznie poprawiło efektywność oraz bezpieczeństwo zabiegu. Rozpylacze eżektorowe o dwóch strumieniach płaskich (szczelinowe dwuotworowe), najczęściej tworzą względem siebie kąt 60°.(jeden skierowany w kierunku jazdy, a drugi do tyłu), Rozpylacze dwustrumieniowe wymagają bardzo dobrego systemu filtrowania cieczy, gdyż ich szczeliny rozpylające są dwukrotnie mniejsze niż w standardowym rozpylaczu jednostrumieniowym. Cechuje ich dobre i równomierne pokrycie zarówno poziomych jak i pionowych powierzchni roślin. Dwa niezależne strumienie cieczy skierowane ukośnie poprawiają pokrycie i penetrację łanu, a system zwiększania objętości kropel poprzez ich napowietrzanie sprawia, że krople opuszczające rozpylacz są mniej podatne na znoszenie. Jeszcze inną korzyścią może być możliwość wykonywania skutecznego i bezpiecznego zabiegu w warunkach znacznie niższej wilgotności powietrza i wyższych temperatur, gdyż większe krople nie ulegają tak szybkiemu odparowaniu, a szybciej docierają do różnych części roślin. W zabiegach nalistnych zastosowanie rozpylaczy dwustrumieniowych pozwala dokładniej pokryć cieczą użytkową nie tylko liście poziome, ale także pionowe części roślin, a także skutecznie nanosić herbicydy na chwasty jedno- i dwuliścienne, będące bardzo w małych fazach rozwojowych. Rozpylacze te mogą być z powodzenia stosowane w uprawie buraku cukrowego, nie tylko do zabiegów zwalczania chwastów, ale i chorób i szkodników.

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 23–24°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.

9.2.3. 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° ,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°, gdyż są one uniwersalne do zabiegów ochronny przed chwastami , chorobami i szkodnikami. Przy większym kącie rozpylania belka opryskiwacza powinna być ustawiona niżej, np. kąt 120° – 35–45 cm, a przy kącie mniejszym wyżej np. 80° – 60 cm. Dla rozpylaczy o kacie 110° optymalną odległością jest 50 cm. Nie należy przeprowadzać opryskiwania z większej lub mniejszej wysokości niż zalecane przez producenta rozpylaczy. Jeśli belka polowa jest ustawiona zbyt nisko, to pozostają obszary o zagęszczonym naniesieniu środka i pasy nie opryskane, a jeśli zbyt wysoko, równomierność rozkładu cieczy jest nieprawidłowa i może dojść do znoszenia cieczy użytkowej na sąsiednie uprawy.

9.3. Warunki wykonywania zabiegów

Warunkiem prawidłowego wykonania zabiegu ochrony roślin jest wykonanie go podczas odpowiedniej pogody. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi we wszystkich zabiegach ochrony roślin, dopuszcza się wykonywanie opryskiwania przy prędkości wiatru nie przekraczającej 3 m/s. Podczas wykonywania zabiegu na granicy pola sąsiadującego z innymi uprawami należy uwzględnić kierunek wiatru i ewentualnie ograniczyć szerokość roboczą ostatniego przejazdu lub zastosować rozpylacze o identycznej intensywności wypływu cieczy lecz wytwarzające grubsze krople (antyznoszeniowe względnie eżektorowe). Opryskiwanie drobnokropliste można prowadzić tylko podczas niewielkich ruchów powie-

trza, aby w ten sposób maksymalnie ograniczyć znoszenia preparatu poza granice opryskiwanej plantacji. 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.

Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegu opryskiwania z użyciem środków ochrony roślin w wielu przypadkach jest uzależnione od przebiegu warunków atmosferycznych (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. Duży wpływ na zachowanie się rozpylanej cieczy i co za tym idzie na końcową efektywność stosowanych środków ochrony roślin ma temperatura i wilgotność powietrza. W celu uzyskania wysokiej skuteczności i bezpieczeństwa zabiegu należy wykonywać opryskiwanie w optymalnych warunkach pogodowych (tabela 30). 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.

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. W takich warunkach traktowane 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.

Zabieg opryskiwania należy wykonywać przy stałej, ustalonej w czasie kalibracji prędkości roboczej, zachowując właściwe obroty silnika oraz jednocześnie należy kontrolować wcześniej ustawione ciśnienie robocze w opryskiwaczu.

Tabela 30. 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

9.4. 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 środków ochrony roślin.

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 tworzywa 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".

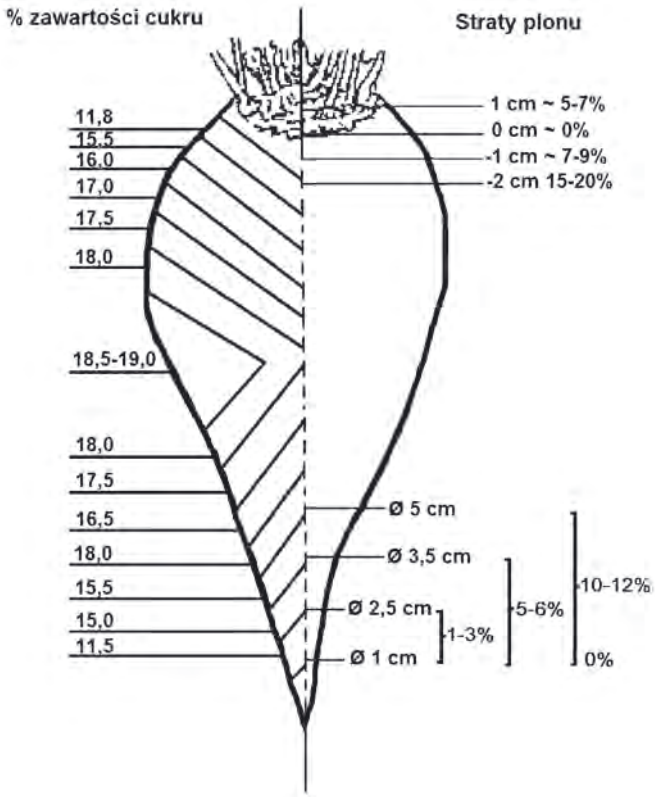
Po umyciu i wyschnięciu maszyny należy przeprowadzić konserwację opryskiwacza (np. przesmarowanie wskazanych elementów) zgodnie z instrukcją obsługi sprzętu. Wszelkie naprawy należy wykonywać na bieżąco, niezwłocznie po stwierdzeniu usterki lub awarii. Dogłębne czynności konserwacyjne zalecane jest przed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

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

X. ZBIÓR

Proces nagromadzania cukru i tworzenia plonu korzeni może trwać, przy słonecznej, ciepłej pogodzie w okresie jesieni, niekiedy nawet do połowy listopada. Zahamowanie przyrostu plonu cukru następuje dopiero po znacznym obniżeniu się temperatury i skróceniu dnia. Objawem technologicznej dojrzałości buraka do zbioru jest postępujące żółknięcie i zasychanie najstarszych liści oraz brak przyrostu nowych liści. Zbiór należy rozpoczynać zatem jak najpóźniej (najlepiej po 180 dniach wegetacji), uwzględniając aktualne warunki pogodowe i wyznaczony przez cukrownię termin odbioru korzeni.

Aby ograniczyć straty plonu korzeni (rys. 5), zanieczyszczeń i uszkodzeń, należy zapewnić dogodne warunki na plantacji do pracy maszyn i dobrze je przygotować pod względem technicznym.



Rys. 5. Straty plonu występujące przy zbiorze buraka cukrowego oraz rozmieszczenie cukru w korzeniu (Gutmański 1991)

Warunki korzystne dla prawidłowego zbioru:
– wyrównana powierzchnia pola, bez kamieni, pośpiechów i burakochwastów,
– równomierne wystawanie korzeni nad powierzchnię roli i rozmieszczenie w rzędach (konieczne dla prawidłowego ogłowienia),
– optymalna obsada roślin: 90–110 tysięcy na ha,
– średnia wilgotność gleby (sucha gleba sprzyja uszkodzeniom buraków przez elementy wyorujące, a zbyt wilgotna zwiększa straty w następstwie zapychania się wyorywaczy, pozostawiania korzeni na polu oraz wzrostu udziału zanieczyszczeń).

W czasie zbioru mogą powstawać następujące straty (Bartnik i in. 2008):
– powierzchniowe (buraki pozostałe na powierzchni pola),
– podpowierzchniowe (buraki nie wyorane i obłamane),
– straty na skutek nieprawidłowego ogłowienia (zbyt niskie lub zbyt wysokie),
– straty poprzez uszkodzenia mechaniczne korzenia.

W celu zwiększenia plonu korzeni buraka cukrowego opracowano nową technologię zbioru, która polega na „odliścianiu" korzeni zamiast „ogławiania", czyli pozostawieniu na korzeniu główki. W ten sposób zbierana jest cała masa korzenia, co wpływa na istotne zwiększenie plonu, ale obniża nieznacznie jego jakość (Wulkow i Hoffmann 2010). Korzenie pozbawione samych liści lepiej przechowują się w pryzmach na polu, co jest efektem z mniejszego porażenia ich przez choroby.

Wielkość strat podczas składowania korzeni zależy także od ich dojrzałości technologicznej, dokładności ogłowienia, stopnia zanieczyszczenia ziemią, wielkości pryzmy i przebiegu pogody (temperatura i opady). Korzenie źle ogłowione łatwo porastają, a uszkodzone – łatwo gniją. Zanieczyszczenia ograniczają przewiewność pryzmy, podnoszą temperaturę i przyśpieszają procesy oddychania i gnicia korzeni (Gutmański 2002/2003).

XI. PRZECHOWALNICTWO KORZENI BURAKA

Mgr inż. Piotr Ledóchowski

Optymalny okres kampanii cukrowniczej oscyluje około stu dni. Rozpoczyna się w III dekadzie września a kończy pod koniec lub na początku kolejnego roku kalendarzowego. Surowiec jest dostarczany systematycznie stosownie do zapotrzebowania fabryki. Do niedawna buraki cukrowe na okres późnojesienny i wczesnozimowy były gromadzone na licznych placach składowych (place fabryczne, punkty przeładunkowe). Obecnie przez cały okres kampanii buraki są dowożone do cukrowni bezpośrednio z pryzm usytuowanych na polach w systemie pole–cukrownia. Korzenie ładowane są na środki transportu ładowarko-doczyszczarkami. Pozwala to na wstępne oczyszczenie buraków z nadmiaru ziemi, kamieni czy inny zanieczyszczeń. Transportem i załadunkiem zajmują się wyspecjalizowane firmy. W takim systemie cukrowni jest łatwiej koordynować strumień buraków dostarczanych przez przewoźników. Powyższe zmiany wymusiły odmienne podejście właścicieli wykopanych i gromadzonych na polu buraków. Surowiec gromadzony w pryzmach bezpośrednio na polu jest obecnie jedynym miejscem ich przechowywania.

11.1. Lokalizacja pryzmy

Usytuowanie pryzmy jest obecnie kluczowe przy odbiorze surowca. Wybierając miejsca pod składowanie buraków należy uwzględnić późniejszą możliwości ich załadunku i transportu do cukrowni bez względu na panujące warunki atmosferyczne. Dlatego też pryzma powinna:

- znajdować się w pobliżu drogi utwardzonej,
- być zlokalizowana na lekkim wzniesieniem,
- być usypana na podłożu luźniejszym, co umożliwi podbieranie buraków bez uszkodzeń,
- znajdować się na wyrównanej powierzchni uniemożliwiającej tworzenie się zastoisk wody w trakcie opadów. Buraki składowane w miejscach, gdzie nie uwzględniono tego czynnika są podmywane. Utrudnia to oddzielenie zanieczyszczeń w czasie załadunku. Przyczynia się również do nadmiernego okaleczenia korzeni, a ponadto jednocześnie pobierane są znaczne ilości ziemi, które trafiają bezpośrednio do cukrowni i w zasadniczy sposób wpływają na procent zanieczyszczenia. Wpływa to na podniesienie kosztów transportu,
- być zlokalizowana w miejscu gdzie nie występują zadrzewienia, słupy telefoniczne czy elektryczne lub inne przeszkody utrudniające załadunek,
- być tak zlokalizowana, aby wielkość placu manewrowego dla maszyn zapewniał sprawny załadunek. (fot. 33)

Fot. 33. Załadunek korzeni buraka z prawidłowo uformowanej i zabezpieczonej agrowłókniną pryzmy

11.2. Termin zbioru

Obecnie kombajn w sprzyjających warunkach atmosferycznych jest wstanie wykopać korzenie z powierzchni ponad 20 ha na dobę (do niedawna zaledwie kilka ha) i jeśli jest to średniej wielkości plantacja sam usypać pryzmę. Na większych polach czynią to specjalne wielotonowe pojazdy. Pozwala to na wydobycie korzeni na kilka dni przed zaplanowanym ich odbiorem. Natomiast plantatorzy, którzy zgodnie z harmonogramem mają odbierany surowiec pod koniec listopada i później muszą wykopać je przed nadejściem mrozów i śniegu, czyli z większym wyprzedzeniem. Korzenie wykopane i złożone do pryzm powinny być zabezpieczone przed wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych.

11.3. Formowanie pryzmy

Jakość zbioru ma istotny wpływ na przechowywane w pryzmach buraki a w konsekwencji na opłacalność tej uprawy.

Do przechowalnictwa nie nadają się buraki uszkodzone, połamane, z objawami chorób korzeniowych (*R. solani*, *A. cochlioides*, *rizomani*). Związane jest to znacznie intensywniejszymi procesami fizjologicznym – oddychaniem takich korzeni.

Powoduje to wydzielanie się dużych ilości energii, co skutkuje wzrostem temperatury w pryzmie, a to stwarza idealne warunki do rozwoju zgnilizn kopcowych. Buraki takie muszą trafić jak najszybciej do przerobu, gdyż w innym przypadku ulegną zniszczeniu. Surowiec przeznaczony do przechowywania powinien być prawidłowo ogłowiony, nieuszkodzony mechanicznie, zdrowy i z niewielkim zanieczyszczeniem. W szczególności dotyczy to surowca zbieranego w okresie późnojesiennym z przeznaczeniem do dłuższego składowania. Pryzma powinna mieć wyrównane powierzchnie boczne tak, aby po przykryciu jej włókniną nie tworzyły się wgłębienia gromadzące wodę, która po pewnym czasie przesiąknie do jej wnętrza. Ponadto formowana pryzma musi uwzględniać parametry doczyszczarko-ładowarki, która dokona załadunku buraków na środki transportowe.

Przykładowo parametry jakie należy uwzględnić dla „Myszy" firmy Ropa:
– szerokość pryzmy do 7,5 m;
– wysokość około 2–3 m;
– długość pryzmy nie ma znaczenia;
– szerokość górnej warstwy – do 2 m.

Prac związane z przygotowaniem buraków do przechowywania w pryzmach powinny zakończyć się przed pierwszymi ujemnymi temperaturami.

11.4. Zabezpieczanie pryzm

Krótko przed nadejściem ujemnych temperatur należy odpowiednio zabezpieczyć buraki w pryzmie. Buraki przemrożone i odtajałe nie nadają się do dalszego przechowywania. Dlatego też tak istotne znaczenie ma moment okrycia pryzmy. Obecnie plantatorzy do tych celów używają najczęściej agrowłókniny. Nie należy stosować foli, gdyż nie przepuszczają ona powietrza, a nasłonecznienie w ciągu dnia może powodować znaczny wzrost temperatury w kopcu.

Agrowłóknina prawidłowo zastosowana stabilizuje temperaturę w pryzmie – wolniej się ona schładza i ogrzewa. Padające deszcze nie powodują zmoczenia korzeni. Woda po powierzchni okrywy jest odprowadzana na zewnątrz. Po odkryciu buraki nawet przy bardzo niskich temperaturach nadmiernie się nie zbrylają. Daje to możliwość szybkiego doczyszczenia i załadunku surowca na środki transportu i dostarczenia do cukrowni. (fot. 34 i fot. 35)

Buraki tak przechowywane nawet w dłuższym okresie czasu nie tracą swoich parametrów, co w konsekwencji nie powoduje strat finansowych.

Buraki pastewne odmian, które charakteryzują stożkowatym lub stożkowato-owalnym kształtem korzeni, zbiera się kombajnami stosowanymi do zbioru buraka cukrowego. Korzenie buraka pastewnego o kształcie walcowatym lub walcowato-owalnym wykopuje się ręcznie lub z użyciem pługa, kopaczki lub innego, przystosowanego do takiej pracy sprzętu.

Przez kilka miesięcy po zbiorze korzenie mogą być przechowywane na polu w kopcach okrytych słomą, bądź też w stodole lub piwnicy.

Fot. 34. Pryzma buraka cukrowego w trakcie nakładania agrowłókniny

Fot. 35. Buraki chronione agrowłókniną stanowią dobry surowiec po okresie dłuższego przechowywania w pryzmach

XII. 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.

XIII. LITERATURA

Adamczewski K., Dobrzański A. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie roślin ekologicznych" (E. Matyjaszczyk, red.). IOR – PIB, Poznań.

Adamczewski K. 2000. Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 40 (1): 101–112.

Adamiak E. 2007. Struktura zachwaszczenia i produktywności wybranych agrocenoz zbóż ozimych i jarych w zależności od systemu następstwa roślin i ochrony łanu. Rozprawy i monografie 129. Uniw.-Mazurski, Olsztyn, 146 ss.

Aldrich R.J. 1997. Ekologia Chwastów w Roślinach Uprawnych. Podstawy Zwalczania Chwastów. [tłumaczenie na j. polski i adaptacja – B. Połak, K. Adamczewski]. Wyd. Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole, 461 ss.

Banaszak H., Praczyk T., Adamczewski K. 1997. Integrated weed control by mustard mulch and small rate of herbicides in sugar beet. 10th EWRS Symposium 1997, Proceedings, p.100.

Bartnik G., Bieganowski A., Bzowska-Bakalarz M., Malec J., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 2008. Kodeks dobrych praktyk w produkcji buraków cukrowych. Wyd. IA PAN Lublin, 46 ss.

Borodynko N., Pospieszny H. 2008. Zagrożenie dla buraka cukrowego: wirusy odglebowe czy mątwik buraczany? Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 48 (2): 399–405.

Buchner W., Köller K. 1990. Integrierte Bodenbearbeitung. Eugen Ulmer Verlag, 126 ss.

Buhre C. 2008. Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Zwischenfruchtanbau auf den Befall von Zuckerrüben mit Rhizoctonia solani. Diss. Univ. Göttingen, 137 ss.

Bunalski M., Nowicki J. 1996. Szkodniki Roślin Uprawnych. Wyd. Medix-Plus, Poznań, 150 ss.

COBORU 2012. Lista odmian roślin rolniczych. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych Słupia Wielka.

Czuba R. (red.). 1996. Nawożenie Mineralne Roślin Uprawnych. Zakłady Chemiczne „Police" S.A., 413 ss.

Daub M., Westphal A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerüben. Sugarindustry 9: 41–50.

Dobrzański A., Pałczyński J. 1996. Wpływ światła podczas uprawy roli na kiełkowanie nasion chwastów i możliwości ograniczenia herbicydów. Now. Warzywn. 29: 27–35.

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

Duer I. 1979. Zachwaszczenia jako problem agrotechniczny w zmianowaniu z dużym udziałem zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 218: 181–190.

Duer I. 1996. Zachwaszczenie i sposoby jego ograniczania w rolnictwie integrowanym. Wyd. IUNG, Puławy.

DZ. URZ. WOJ.2012.3243 – rozporządzenie nr 6/2012 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku z dnia 1 października 2012 r. w sprawie wprowadzenia programu działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych.

DZ. URZ. WOJ.2012.3601 – rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 17 sierpnia 2012 r. w sprawie wprowadzenia programu działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych.

Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. Fragm. Agron. 2 (90): 227–241.

Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych 53(2): 207–217.

Gorlach E., Mazur T. 2002. Chemia Rolna. PWN, Warszawa, 347 ss.

Gummert A., Ladewig E., Lukashyk P., Märländer B. 2011. Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerübenbau. IfZ Göttingen, 39 ss.

Gutmański I. 1991. Produkcja Buraka Cukrowego. PWRiL, Poznań, 699 ss.

Gutmański I. 2002. Znaczenie Nawożenia Potasem dla Efektywnej Uprawy Buraka Cukrowego. IPI, IHAR, 32 ss.

Gutmański I. 2002/2003. Uprawa Buraka Cukrowego. Wyd. IUNG Puławy, 104 ss.

Gutmański I., Mikołajczak J., Szymczak-Nowak J. 1995. Produkcja i użytkowanie pastewnych roślin korzeniowych i bulwiastych. Wyd. IHAR, Radzików, 229 ss.

Harasimowicz-Hermann G., Hermann J. 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 512: 147–155.

Hartman K.M., Nezadal W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. Naturwissenchaften, 77: 158–163.

Hinfner K., Homonnay F. 1966. Atlas Chorób i Szkodników Buraka Cukrowego. PWRiL, Warszawa, 142 ss.

Holtschulte B., Mechelke W., Stahl D.J. 2010. Conventional and novel approaches in breeding for resistance to *Cercospora beticola* in sugar beet. p. 129–139. In: "*Cercospora* leaf spot of sugar beet and related species". (R. Lartey, J.J. Weilland, L. Pamella, P.W. Crous, C.E. Windels, eds.). APS Press, Minnesota USA, pp. 297.

Idziak R., Woźnica Z., Cieśliński W. 2009. Odchwaszczanie buraka cukrowego z wykorzystaniem mikrodawek herbicydów. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49 (1): 330–333.

Jadczyszyn T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2010. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Materiały szkoleniowe Nr 95. Puławy, 24 ss. http://www.iung.pulawy.pl/images/pdf/ZaleceniaNawozowe2010.pdf. Dostęp 01.12.2012.

Jakubowska M. 2008. Występowanie szkodników glebowych w buraku cukrowym na plantacjach przemysłowych w latach 2005–2007. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 48 (3): 854–858.

Jakubowska M., Walczak F. 2005. Dynamika lotów oraz nasilenie występowania rolnic w Polsce na tle warunków meteorologicznych w latach 2003–2004. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 45 (2): 733–738.

Jakubowska M., Walczak F. 2008. Wpływ temperatury i wilgotności powietrza na wybrane stadia rozwojowe rolnicy zbożówki (*Agrotis segetum* Den. et Schiff.) dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego. Prog. Plant Protection /Post. Ochr. Roślin 48 (3): 859–863.

Jassem M. (red.). 1989. Choroby i Szkodniki Buraka Cukrowego. PWRiL, Warszawa, 166 ss.

Jassem M. 1993. Burakochwasty – nowe zagrożenie plantacji buraka cukrowego. Gazeta Cukrownicza 9: 167–169.

Kierzek R., Wachowiak M., Ratajkiewicz H. 2010. Wpływ techniki opryskiwania i adiuwantów na skuteczność zabiegów wykonywanych w zmiennych warunkach pogodowych. s. 109–116. W: Materiały Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin". 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.

Krawczyk R., Adamczewski A., Głowacki G. 2007. Wpływ mikrodawek herbicydów na zachwaszczenie i plon buraka cukrowego. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (3): 159–163.

Kręcisz M. 1984. Atlas Chorób i Szkodników Buraka. 1984. PWRiL, Warszawa, 263 ss.

Kryczyński S., Mańka M., Sobiczewski P. 2002. Słownik Fitopatologiczny. Hortpress, Warszawa, 179 ss.

Kryczyński S., Weber Z. 2010. Fitopatologia. Tom I. PWRiL, Poznań, 639 ss.

Litwiniec A., Borodynko N., Cichorz S., Rymelska N., Gośka M. 2011. Źródła i mechanizmy odporności buraka cukrowego oraz dzikich form z rodzaju Beta na BNYVV. Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych 60 (3–4): 459–473.

Longden P., May M., Fisher S. 2002. Weed beet control. British Sugar Beet Review 70 (2): 38–41.

Lütke-Entrup N. 2001. Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. AID Bonn, Th. Mann Verlag, 87 ss.

Malicki L., Michałowski Cz. 1994. Problem międzyplonów w świetle doświadczeń. Post. Nauk Roln. 4: 3–18.

Maliszewska E. 2009. Etiologia wybranych chorób korzeni buraka cukrowego. Uniwersytet Opolski. Studia i Monografie nr 412: 131 ss.

Matyjaszczyk E., Tratwal A., Walczak F. 2010. Wybrane Zagadnienia Ochrony Roślin w Rolnictwie Ekologicznym i Integrowanej Ochronie Roślin. IOR – PIB, Poznań, 103 ss.

Mengel K., Kirkby E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 849 ss.

Merkes R. 1991. Biologische und technische Aspecte einer Mulchsaat nach Anbau von Zwischenfrüchten zur Verhüttung von Erosion und N-Verluste. Proc. of the 54th IIRB Congress, Bruxelless, 43–53.

Miziniak W. 2009. Wpływ rodzaju mulczu i długości płodozmianu na stan zachwaszczenia plantacji buraka cukrowego uprawianego w dwu- i czteroletniej rotacji. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49 (4): 2052–2057.

Nowakowski M. 1999. Uprawa buraka cukrowego z siewu bezpośredniego. s. 22–24. W: „Niskonakładowa technologia produkcji buraka cukrowego". (I. Gutmański, red.). IHAR, Radzików, 90 ss.

Nowakowski M. 2010. Racjonalna uprawa roli i nawożenie podstawą sukcesu w uprawie buraka cukrowego. s. 21–28. W: „Buraki – nowe perspektywy". Wyd. Biznes-Press, Warszawa, 56 ss.

Nowakowski M. 2012. Uprawa roli i nawożenie – najważniejsze elementy technologii. s. 22–31. W: „Buraki – nowe perspektywy". Wyd. Biznes-Press, Warszawa, 66 ss.

Nowakowski M., Gutmański I., Szymczak-Nowak J., Kostka-Gościniak D. 1996. Wpływ nawożenia obornikiem, słomą oraz roślinami poplonowymi na plon i zdrowotność buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. Zesz. Nauk. AR Szczec. 172, Rolnictwo 62: 429–435.

Nowakowski M., Kostka-Gościniak D., Szymczak-Nowak J., Gutmański I. 2002. Systemy uprawy buraka cukrowego na różnych glebach. Cz.II. Wschody i plony buraka cukrowego. Biul. IHAR, 222: 317–324.

Nowakowski M., Szymczak-Nowak J. 1999. Wpływ uprawy rzodkwi oleistej, gorczycy białej i facelii błękitnej w międzyplonie ścierniskowym na populację mątwika burakowego (*Heterodera schachtii* Schmidt). Roś. Oleiste – Oilseed Crops XX (1): 259–266.

Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 2003. Plony świeżej i suchej masy oraz oddziaływanie antymątwikowe gorczycy białej i rzodkwi oleistej w zależności od odmiany i nawożenia azotem. Roś. Oleiste – Oilseed Crops XXIV (2): 501–508.

Obrępalska-Stęplowska A., Sosnowska D. 2008. Czynniki chorobotwórcze w biologicznym zwalczaniu nicieni – szkodników roślin. Biotechnologia 2 (81): 115–130.

Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzynkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K. 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczeniu zachwaszczenia. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46 (1): 33– 44.

Piszczek J. 2010. Epidemiologia chwościka buraka cukrowego (*Cercospora beticola*) w Centralnej Polsce. Rozprawy Naukowe IOR – PIB nr 23: 70 ss.

Praczyk T. 2003. Diagnostyka Uszkodzeń Herbicydowych Roślin Rolniczych. PWRiL, Poznań, 144 ss.

Praczyk T., Skrzypczak G. 2004. Herbicydy. PWRiL, Poznań, 274 ss.

Pruszyński S., Bartkowski J., Pruszyński G. 2012. Integrowana Ochrona Roślin w Zarysie. Wyd. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Poznań, 56 ss.

Przybył J. 2010. Technika w uprawie buraka cukrowego. s. 42–48. W: „Buraki – nowe perspektywy". Wyd. Biznes-Press, Warszawa, 56 ss.

Roberts H.A. 1970. Diable weed seeds in cultivated soil. In National Vegatable Research Station Annual Report 1969. Wellesbourne. Warwick, England, 25–38.

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania (Dz.U. 2008 Nr 80 poz. 479).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych (Dz.U. 2003 Nr 4 poz. 44).

Skaracis G.E., Biancardi E. 2000. Breeding for *Cercospora* resistance in sugar beet. p.177–195. In: "*Cercospora beticola* Sacc. Biology, agronomic influence and control measures in sugar beet" (M.J.C. Asher, B. Holtschulte, M. Richard Molard, F. Rosso, G.. Steinrücken, R. Beckers, eds.). Advances in Sugar Beet Research, Brussels, 215 pp.

Sommer C. 1990. Konservierende Bodenbearbeitung – ein Baustein Integrierter Landbewrtschaftung. Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges. 42: 71–83.

Studziński A., Kagan F., Sosna Z. 1981. Atlas Chorób i Szkodników Roślin Warzywnych. PWRiL, Warszawa, 318 ss.

Szymczak-Nowak J., Nowakowski M. 2002. Plonowanie gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej uprawianych w plonie głównym oraz ich wpływ na populację mątwika burakowego. Roś. Oleiste – Oilseed Crops XXIII: 223–234.

Świętochowski B., Tołpa S. 1950. Chwasty. Wyd. PIWR, Warszawa, 160 ss.

Tyburski J. 2002. Tolerancyjność buraka cukrowego na zwiększoną częstotliwość uprawy. Rozprawy i Monografie 58. Wyd. UWM Olsztyn, 94 ss.

Tyburski J. 2007. Żyzność gleby i gospodarka nawozowa w rolnictwie ekologicznym. s. 35–48. W: „Studia i Raporty IUNG – PIB, Możliwości Rozwoju Rolnictwa Ekologicznego w Polsce" (A. Harasim, red.). Puławy, nr 6: 89 ss.

Ustawa o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 r. (Dz.U. 2008 r. nr 133, poz. 849)

Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147, poz. 1033).

Ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (Dz.U. 2012 r. nr 0, poz. 145)

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

Weiss G. 1993. 10 Jahre Zwischenfrüchte gegen Rübennematoden. Zuckerrübe 6: 354–355.

Wilson B.J. 1978. The long –term decline of a population of *Avena fatua* with different cultivations associated with spring barley cropping. Weed Res.18 (1): 25–31.

Winner C. 1982. Zuckerrübenbau. DLG – Verlags – GmbH Frankfurt, 175–177.

Woźnica Z. 2008. Herbologia – Podstawy Biologii, Ekologii i Zwalczania Chwastów. PWRiL, Poznań, 432 ss.

Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (3): 310–315.

Wulkow A., Hoffmann C. 2010. Ertrag und Qualität der geköpfter und entblätterter Zuckerrüben: theoretisches Potenzial und praktische Bedeutung. Sugarindustry 9: 80–87.

Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Laudański Z., Gozdowski D. 2002. Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. Biuletyn IHAR 222: 231–238.

Zalecenia ochrony roślin na lata 2012/2013. Cz. II. Rośliny rolnicze. 2012. IOR – PIB, Poznań, 305 ss.

Zbytek Z., Talarczyk W. 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. s. 221–241. W: „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie roślin ekologicznych" (E. Matyjaszczyk, red.). Poznań, IOR – PIB, 388 ss.

Zimny L. 1999. Uprawa konserwująca. Post. Nauk Roln. 5: 41–51.